Dietmar Bleidick

Die Energieregion Ruhrgebiet

Eine historisch-statistische Studie

Nomos

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Dietmar Bleidick

Die Energieregion Ruhrgebiet

Eine historisch-statistische Studie

Nomos

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

1. Auflage 2023

© Dietmar Bleidick

Publiziert von
Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG
Waldseestraße 3–5 | 76530 Baden-Baden
www.nomos.de

Gesamtherstellung:
Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG
Waldseestraße 3–5 | 76530 Baden-Baden

ISBN (Print): 978-3-7560-0731-8
ISBN (ePDF): 978-3-7489-1825-7

DOI: https://doi.org/10.5771/9783748918257

Onlineversion
Nomos eLibrary

Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis 7

Tabellenverzeichnis 9

Abkürzungsverzeichnis 11

1. Einleitung 13

2. Energie im Kontext 23

2.1 Eine Welt aus Energie? 23

2.2 Energie als Grundlage des Technotops 25

2.3 Energiewenden 40

2.3.1 Energiewende 1.0 42
2.3.2 Energiewende 2.0 43
2.3.3 Energiewende 3.0 49
2.3.4 Energiewende 4.0 51

3. Die Energieregion Ruhrgebiet 57

3.1 Vom Standortfaktor Steinkohle zur Energieverbundlandschaft 57

3.1.1 Lagerstättenentstehung und Kohlenqualität 57
3.1.2 Standortfaktoren 62
3.1.3 Technik und Energieverbundwirtschaft in der Stahlindustrie 64
3.1.4 Die Bedeutung des Ruhrgebiets für die deutsche Energieversorgung 70
3.1.5 Koks – ein besonderer Stoff 82
3.1.6 Vom Kokereigas zum Erdgas – eine Erfolgsgeschichte 87
3.1.7 Teer, Benzol und Ammoniak – die Anfänge der Kohlechemie 99
3.1.8 Wasserstoff – Wachstumstreiber der Kohlechemie 116
3.1.9 Von der Kohlechemie zur Petrochemie – das Ruhrgebiet als Raffineriestandort 128
3.1.10 Elektrizitätswirtschaft an der Ruhr 135
3.1.11 Verbundlandschaft Ruhrgebiet – Netzwerke Chemie und Energie 148
3.1.12 Die erste Renaissance des Wasserstoffs 158

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

3.1.13 Wissenschaft und Forschung 166
3.2 Was bleibt? Der Identitätsfaktor Steinkohle im Wandel 170

4. Fazit 175

5. Literaturverzeichnis 183

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Abbildungsverzeichnis

Grafik 1:	Verwendungshäufigkeit des Begriffs „Energie“ in der deutschsprachigen Literatur 1800–2020	15
Grafik 2:	Entwicklung der monatlichen Wikipedia-Suchanfragen zu den drei Themen Wasserstoffherstellung, Wasserstoff und Wasserstoffwirtschaft 2015–2021	16
Grafik 3:	Suchinteresse zum Begriff Wasserstoff bei Google in Deutschland und in Nordrhein-Westfalen 2004–2021	17
Abb. 1:	Das weltweite Telegrafienetz Anfang des 20. Jahrhunderts (Ausschnitt)	31
Grafik 4:	Entwicklung der Energieintensität der deutschen Wirtschaft, 1850–2010 in Megajoule pro 1.000 Geary-Khamis-Dollar von 1990	39
Grafik 5:	Bundesdeutsche Kohlendioxidemissionen 1990–2020	55
Abb. 2:	Steinkohlenwald	57
Abb. 3:	Idealtypische Darstellung des Steinkohlengebirges, 1904	59
Abb. 4:	Die Lage der Steinkohlenzechen des Ruhrgebiets 1913	61
Abb. 5:	Das Konverterprinzip	67
Abb. 6:	Entwicklung der Konvertergrößen und Durchsatzleistungen 1892–1985	68
Abb. 7:	Hochofenanlage der Hoerder Vereins mit vorgelagerter Kokerei, 1860	84
Abb. 8:	Ofenbatterie der Zeche Bruchstraße in Bochum 1927	85
Abb. 9:	Löschwolken über der Großkokerei Nordstern in Gelsenkirchen 1955	86
Abb. 10:	Das zersplitterte Gasnetz im Ruhrgebiet 1926	91
Abb. 11:	Das Fernleitungsnetz der Ruhrgas 1930	94
Grafik 6:	Gasaufkommen nach Gasarten in der Bundesrepublik Deutschland 1958–1972	96
Abb. 12:	Der „Teerbaum“ mit den wichtigsten kohlechemischen Produkten	101
Abb. 13:	Schema der Kohlenwertstoffgewinnung aus Kokereigas	103

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Abb. 14:	Benzolwaschtürme der Kokerei Nordstern, 1955	111
Abb. 15:	Die Tankstelle vor der Bochumer Hauptverwaltung der BV-Aral, um 1958	112
Abb. 16:	Aral-Werbebroschüre 1937	113
Abb. 17:	Aral-Tanklager am Rhein-Herne-Kanal, 1958	114
Grafik 7:	Kohlehydrierung nach dem Bergius-Pier-Verfahren	118
Abb. 18:	Die Kammerstraße des Hydrierwerks Scholven, 1938	122
Abb. 19:	Die Chemischen Werke Hüls 1967	123
Abb. 20:	Eingang und Belegschaftshaus des Hydrierwerks der Gelsenberg Benzin AG, 1940	125
Abb. 21:	Geschmückter Kesselwagen zum Betriebsbeginn des Hydrierwerks, 1939	127
Abb. 22:	Die ersten Rohöldestillationstürme der Raffinerie Scholven, 1952	129
Abb. 23:	Die Raffinerie und das Kraftwerk Scholven, um 1975	130
Abb. 24:	Die BP Ruhr-Raffinerie in den 1960er Jahren	132
Abb. 25:	Die RWE-Stammzentrale an der Zeche Victoria Mathias in Essen, 1930	137
Abb. 26:	Standorte der Zechenkraftwerke im Ruhrgebiet, 1932	138
Abb. 27:	Das Steag-Kraftwerk Lünen, 1940	139
Abb. 28:	Das RWE-Gersteinwerk in Werne, 1991	147
Abb. 29:	Geplanter Verbundbetrieb zwischen den Zechenkraftwerken der Gelsenkirchener Bergwerks-AG, den Kraftwerken und Hüttenwerken der Vereinigte Stahlwerke AG sowie den öffentlichen Versorgern RWE und VEW, 1951	149
Abb. 30:	Das Verbundnetz der Eisen- und Stahlindustrie im Ruhrgebiet, 1967	150
Abb. 31:	Der Chemie-Elektrizitäts-Verbund der Hibernia, 1954	151
Abb. 32:	Der kohlechemische Pipelineverbund im Ruhrgebiet, 1943	154
Abb. 33:	Der petrochemische Pipelineverbund im Rhein-Ruhrgebiet, 1967	155
Abb. 34:	Möglichkeiten einer Synthesegas-Chemie, 1981	160
Abb. 35:	Prozessschema der Wasserstoffnutzung, 1986	165

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Wichtigste Energiemaßeinheiten	20
Tab. 2:	Präfixe der Energiemaßeinheiten	20
Tab. 3:	Entwicklung des weltweiten Energieverbrauchs 1820–2018 in Mrd. toe, der Weltbevölkerung in Mrd. und des Pro-Kopf-Verbrauchs inkl. Nahrungsmittel in toe	26
Tab. 4:	Anteil der Energieträger am weltweiten Energieverbrauch 1820–2018 in %	28
Tab. 5:	Primärenergieverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland 1950–2020 in Mio. t. SKE	33
Tab. 6:	Prozentualer Anteil der Energieträger am Primärenergieverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland (bis 1993 alte Länder), 1950–2020	34
Tab. 7:	Entwicklung des Primärenergieverbrauchs weltweit und in der Bundesrepublik Deutschland 1965–2020 in Exajoule	37
Tab. 8:	Ziele der Energiewende in Deutschland, 2021	54
Tab. 9:	Kohlensorten nach Art und Inkohlungsgrad	60
Tab. 10:	Steinkohlenförderung des Ruhrgebiets, Preußens und des Deutschen Reiches bzw. der Bundesrepublik Deutschland 1850–2018 in Mio. Tonnen	71
Tab. 11:	Steinkohlengesamtaufkommen in der Bundesrepublik Deutschland und Anteil des Ruhrgebiets 1950–2020 in Mio. Tonnen	76
Tab. 12:	Anteil der Ruhrkohle am Primärenergieverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland	81
Tab. 13:	Kokereigasaufkommen im Ruhrgebiet, im Deutschen Reich und in der Bundesrepublik Deutschland sowie Anteil des Ruhrgebiets 1913–2005	92
Tab. 14:	Teergewinnung in Kokereien im Ruhrgebiet, im Deutschen Reich und in der Bundesrepublik in 1.000 Tonnen sowie Anteil des Ruhrgebiets 1913–1980	105
Tab. 15:	Ammoniakstickstoffgewinnung in Kokereien im Ruhrgebiet, im Deutschen Reich und in der Bundesrepublik in 1.000 Tonnen sowie Anteil des Ruhrgebiets 1913–1980	108

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Tab. 16: Benzolgewinnung in Kokereien im Ruhrgebiet, im Deutschen Reich und in der Bundesrepublik in 1.000 Tonnen sowie Anteil des Ruhrgebiets 1913–1980 115

Tab. 17: Hydrierwerke nach dem Fischer Tropsch-Verfahren 124

Tab. 18: Hydrierwerke nach dem IG-Verfahren 127

Tab. 19: Raffineriekapazitäten im Ruhrgebiet und in der Bundesrepublik Deutschland, 1950–2017, sowie Anteil des Ruhrgebiets an der Gesamtkapazität in Mio. t/a 133

Tab. 20: Stromerzeugung gesamt und der öffentlichen Versorgungsunternehmen, Stromabgabe sowie Anteil des Ruhrbergbaus bzw. des deutschen Bergbaus an der Gesamterzeugung im Deutschen Reich bzw. der Bundesrepublik, 1928–2016 141

Tab. 21: Installierte Engpassleistung der Kraftwerke gesamt sowie des Ruhrbergbaus bzw. des deutschen Steinkohlenbergbaus, 1928–2012 142

Tab. 22: Kraftwerke im Ruhrgebiet in Betrieb, 2021 144

Tab. 23: Stillgelegte Leistung öffentlicher Kraftwerke im Ruhrgebiet 146

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Abkürzungsverzeichnis

%/a	Prozent pro Jahr
BMFT	Bundesministerium für Forschung und Technologie
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BP stats	BP statistical review of the world oil industry
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EGKS	Europäische Gemeinschaft für Kohle und Stahl
GBAG	Gelsenkirchener Bergwerks-AG
GJ	Gigajoule
GWF	Das Gas- und Wasserfach (Zeitschrift)
IAEA	Internationale Atomenergie-Organisation
kWh	Kilowattstunde
m	Meter
Mio.	Million
Mrd.	Milliarde
MWh	Megawattstunde
N	Newton
RAG	Ruhrkohle AG
RWE	Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG
SRWE	Statistical Review of World Energy
t/a	Tonnen pro Jahr
toe	tons of oil equivalent
TWh	Terawattstunde

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

1. Einleitung

Angesichts ihrer außerordentlichen Bedeutung stand die Energiewirtschaft in der Bundesrepublik lange Zeit in einem vergleichsweise deutlich höheren Maße im Licht der Öffentlichkeit als andere Wirtschaftszweige. Der Grund dafür war die herausragende und bis heute trotz des wachsenden Anteils erneuerbarer Energien weiterhin ungebrochene Problematik einer sicheren Gewinnung, Verteilung und Nutzung fossiler Primärenergieträger[1] und der aus ihnen im Rahmen von Umwandlungsprozessen erzeugten Sekundärenergien als Basis moderner Industrie- und Dienstleistungsgesellschaften. Seit etwa drei Jahrzehnten wird die Diskussion angesichts des Klimawandels zunehmend von der Notwendigkeit des Umbaus des Energieversorgungssystems von der fossilen Basis hin zu einer umwelt- und damit klimafreundlichen Struktur überlagert. In der Gesamtbetrachtung geht es neben der Nutzung von Einsparpotenzialen um die umfassende Dekarbonisierung (Reduktion des fossilen Anteils) zugunsten erneuerbarer Energieformen mit dem Ziel einer Klimaneutralität – gemeinhin als „Energiewende" bezeichnet.

Nachdem der Wandlungsprozess der Versorgungsstrukturen über Jahre nur geringe Fortschritte verzeichnet hatte bzw. von relativer Stagnation geprägt war, kam es seit dem Frühjahr 2022 zu einer abrupten Beschleunigung und Ausweitung der politischen Aktivitäten und Willensbekundungen. Auslöser war der Überfall Russlands auf die Ukraine Ende Februar. Seine disruptiven Wirkungen auf die bundesdeutsche Energielandschaft resultierten aus der unverändert starken Ausrichtung auf fossile Energieträger, die Ende 2021 etwa drei Viertel des Primärenergiebedarfs deckten, darunter 34,3 % Mineralöl und 26,4 % Erdgas, während der Anteil der Erneuerbaren bei gerade 16,5 % lag. Die zugleich hohe Abhängigkeit von russischen Importen – Anfang 2022 rund 36 % beim Erdöl und 55 % beim Erdgas oder zusammengefasst allein hier etwa 27 % der gesamten Primärenergieversorgung – erzeugte folglich im Kontext des russischen Gaslieferstopps und des EU-Ölembargos einen erheblichen Handlungsdruck. Neben der Diversifizierung des Lieferantenspektrums verdeutlichten die Entwicklungen endgültig die dringende Notwendigkeit verstärkter und vor allem umgehender Bemühungen um die „Energiewende". Was die Klimadebatte allein nicht erreicht hatte, animiert nun die Doppelproblematik aus Versorgungssicherheit

1 Der Begriff „Primärenergie" bezeichnet sämtliche ursprünglich vorkommenden Energieformen wie alle fossilen Brennstoffe (Erdöl, Kohle, Erdgas), Sonne, Wind, Wasser und Kernbrennstoffe. Primärenergie kann unter Verlusten in „Sekundärenergie" transformiert werden. Es handelt sich hier um neue, veredelte Energien. An erster Stelle ist hier der Strom zu nennen, der in unterschiedlichen Kraftwerkstypen aus sämtlichen Primärenergieträgern erzeugt werden kann. Aber auch sämtliche Mineralölerzeugnisse sind das Ergebnis solcher Umwandlungsprozesse in Raffinerien. „Endenergie" bezeichnet dagegen den um Umwandlungs- und Übertragungsverluste bereinigten, beim Endverbraucher ankommenden Teil der Primärenergie.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

und zunehmend drängender aufscheinender Erderwärmung mit ihren potenziell katastrophalen Ergebnissen. Da sich diese Studie auf die Nachzeichnung der langfristigen historischen Strukturen der Energiewirtschaft des Ruhrgebiets konzentriert, die für mehr als anderthalb Jahrhunderte idealtypisch für die des ganzen Landes standen, und die aktuelle Situation als absoluter Sondereffekt zu charakterisieren ist, blenden die folgenden Ausführungen diese weitgehend aus und enden mit dem letzten „Normaljahr" 2021.

Doch wo stand die Debatte um die Energieversorgung im neuen Jahrtausend vor dem Hintergrund der eingangs skizzierten Bedeutung des Sektors? Ein zugegebenermaßen selektiver Blick auf das Nutzerverhalten im Internet offenbart hier überraschende Ergebnisse. Dass bereits vor der aktuellen Krise in Deutschland ein durchaus großes Interesse am Thema „Energie" bestand, spiegelt sich etwa in den Google-Suchstatistiken (Google Trends), die für den Begriff „Energie" seit 2004 einen im Vergleich zu anderen Branchen überaus hohen Durchschnittswert zwischen 50 und 75 von 100 möglichen Punkten verzeichneten.[2] Deutschland lag hier im Herbst 2021 weltweit auf Platz 5 der berücksichtigten Staaten hinter den direkten Nachbarn, jedoch weit vor den USA. Über die Motive dieser durchgängig hohen Recherchefrequenz lässt sich allenfalls spekulieren. Die „Erneuerbaren Energien" erzeugten bis 2011 eine ähnlich hohe Resonanz, um dann bis zum Frühjahr 2021 auf einen Wert im Bereich von 25 Punkten zurückzufallen und nach einem kurzfristigen Anstieg im März dieses Jahres auf 75 Punkte wieder in Richtung dieser langfristigen Tendenz abzusinken.[3] Auch hier müssen die Gründe offen bleiben. Auffällig ist jedoch der scharfe Kontrast des Interesses bei der Berücksichtigung von Energiethemen im klassischen Medium Buch. Betrachtet man die Häufigkeit des Begriffs Energie in der deutschsprachigen wissenschaftlichen und populären Literatur anhand des Google Books Ngram Viewers, wird ein völlig anderes Bild sichtbar. (Grafik 1) Hier dominieren die Jahrzehnte zwischen 1960 und 1990 mit einem absoluten Höhepunkt 1969 und einem zweiten 1983. Seither ist die Kurve stark abfallend und stabilisierte sich erst in den letzten Jahren. Der Höhepunkt in der englischsprachigen Literatur lag dagegen bereits 1979. Danach kam es zu einem ähnlichen Verlauf wie in der deutschsprachigen Literatur, allerdings bei einem etwas besseren prozentualen Anteil. Die „Erneuerbaren Energien" fanden naturgemäß seit 2000 in der deutschen Literatur eine immer stärkere Berücksichtigung, erreichten jedoch als Teil des Gesamtsystems naturgemäß bei Weitem nicht das Niveau der „Energie".

2 https://trends.google.de/trends/explore?date=all&geo=DE&q=energie, letzter Aufruf am 26.8.2021.

3 https://trends.google.de/trends/explore?date=all&geo=DE&q=%2Fm%2F06fhs, letzter Aufruf am 26.8.2021.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

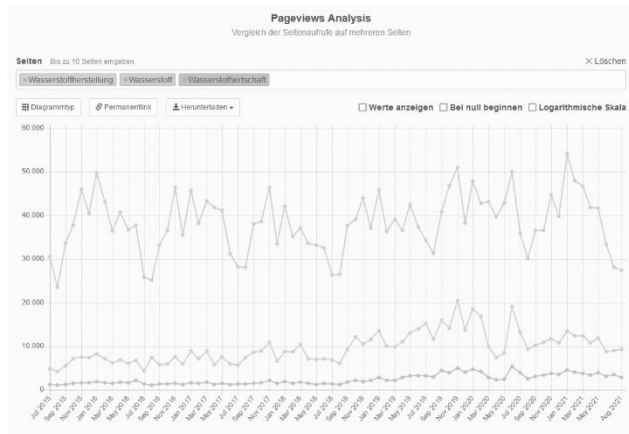
Grafik 1: Verwendungshäufigkeit des Begriffs „Energie" in der deutschsprachigen Literatur 1800–2020[4]

Diese Daten verdeutlichen, dass das Thema „Energie" in der öffentlichen Diskussion in Deutschland in den vergangenen rund 20 Jahren eine hohe Bedeutung besaß, während die „Erneuerbaren Energien" zugleich seit rund einem Jahrzehnt in der Gesamtschau erheblich dahinter zurückfielen. Demgegenüber erfuhren diese in der wissenschaftlichen und sonstigen Literatur quasi spiegelbildlich eine zunehmende Aufmerksamkeit, ohne dass für eine solch gegenläufige Entwicklung nachvollziehbare Anhaltspunkte vorlägen. Im Vergleich zu früheren Zeiten stand das Gesamtspektrum der Energie allerdings erheblich weniger im Blickfeld. Dies ist durchaus erstaunlich, denn die hohen Aufmerksamkeitswerte der 1960er bis 1980er Jahre waren eindeutig durch den Diskurs um die Sicherheit der Energieversorgung bestimmt. Wichtige Elemente bildeten zunächst in Anbetracht der Kohlenkrise die Frage nach der Energieträgerbasis und dem Ausbau der Erzeugungskapazitäten mit den angeschlossenen Verteilungsnetzen und schließlich die Reaktion auf die Ölkrisen der 1970er Jahre. Mit der Stabilisierung der Lage Anfang der 1980er Jahre sank dann das Interesse in der berechtigten Annahme, dass die Problematik gelöst sei. Nach der Jahrtausendwende standen wir jedoch vor einer ähnlichen Problematik mit deutlichen Parallelen – eine vergleichbare Resonanz ist allerdings ausgeblieben. Wenn man in diesem Kontext noch die Rückläufigkeit der Suchanfragen zu den „Erneuerbaren Energien" berücksichtigt, ließe sich der Eindruck gewinnen, dass die 2010 von der Bundesregierung ausgerufene „Energiewende" aus Sicht der Öffentlichkeit zu diesem Zeitpunkt bereits bewältigt war. Es kam zwar noch zu zwischenzeitlichen Recherchespitzen, doch waren diese kaum mehr als Momentaufnahmen. Über die Gründe soll an dieser Stelle ebenfalls nicht spekuliert werden, zumal die auf diesem Weg gewonnenen Werte einen weiten Spielraum lassen und eine tiefere Interpretation die Berücksichtigung umfassender Korrelationen erfordern würde.

4 https://books.google.com/ngrams/graph?content=energie&year_start=1800&year_end=2019&corpus=26&smoothing=3&direct_url=t1%3B%2Cenergie%3B%2Cc0, letzter Aufruf, 2.9.2021.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Grafik 2: Entwicklung der monatlichen Wikipedia-Suchanfragen zu den drei Themen Wasserstoffherstellung, Wasserstoff und Wasserstoffwirtschaft 2015–2021[5]



Ein anderes Ergebnis zeigt sich dagegen beim als ideale Zukunftsenergie auch schon vor dem aktuellen Diskurs hochgehandelten Wasserstoff. Eine Auswertung der Wikipedia-Suchanfragen zum Thema weist zunächst keine besonderen Auffälligkeiten auf. Hier war der Verlauf zwischen 2015 und 2021 relativ stabil mit diversen kleinen Recherchespitzen. Die Anfragen zur Wasserstofferzeugung und Wasserstoffwirtschaft erlebten dagegen ab 2018 deutliche Zuwächse.

Der Trend bei den Google-Anfragen zum Thema Wasserstoff zwischen 2004 und 2021 unterstreicht dieses Bild sowohl für Deutschland als auch für Nordrhein-Westfalen. Die folgenden Grafiken zeigen das Interesse im zeitlichen Verlauf.[6] Auch hier kam es in den Jahren 2018 bis 2021 zu einem signifikanten Anstieg auf ein erheblich über den Durchschnittswerten der vorangegangenen 15 Jahre liegendes Niveau, wobei die Verabschiedung der nationalen Wasserstoffstrategie Mitte Juni 2020 den absoluten Höhepunkt markierte. Die zweite Spitze hängt möglicherweise mit dem deutschen Wasserstoffkongress im Januar 2021 zusammen.

Vielleicht sind es aber gerade die Erkenntnisse aus den Entwicklungen der Vergangenheit – und seien sie nur vermeintlich –, die die Situation beim Thema Energie in der deutschsprachigen Literatur mitbeeinflussten. Immerhin besitzt die Bundesrepublik Deutschland seit dem Zweiten Weltkrieg ein etabliertes und in weltweiter Perspektive äußerst sicheres Energieversorgungssystem. Stromausfälle sind, anders

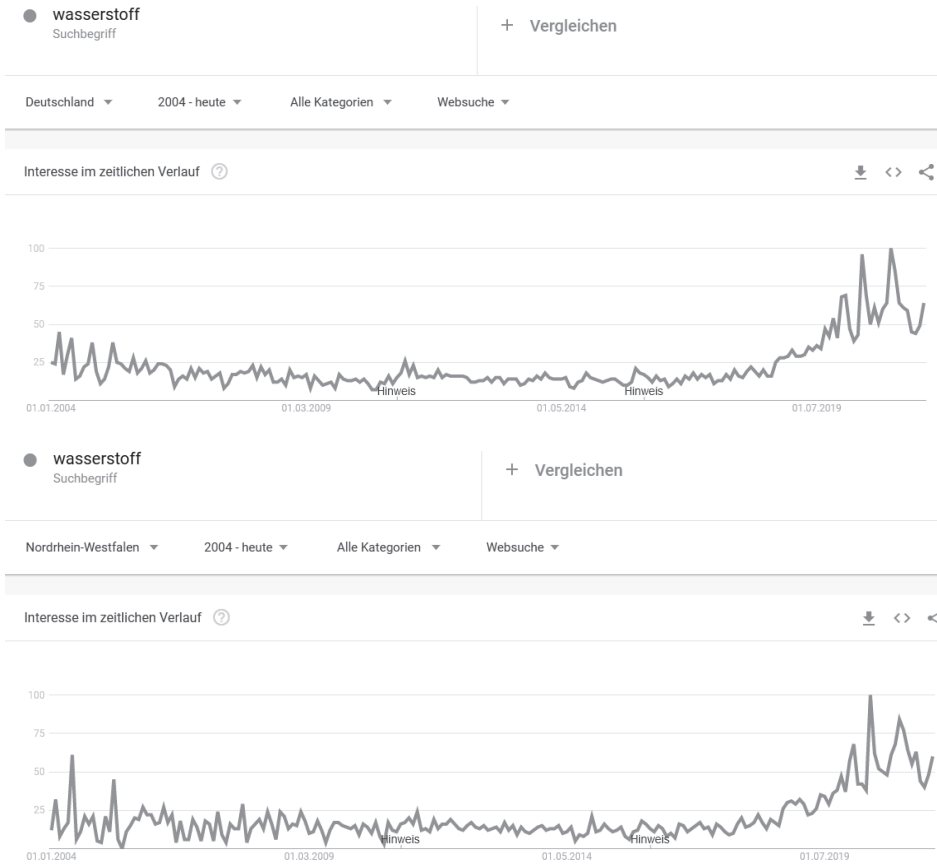
5 Quelle: https://pageviews.toolforge.org/?project=de.wikipedia.org&platform=all-access&agent=user&redirects=0&range=all-time&pages=Wasserstoffherstellung|Wasserstoff|Wasserstoffwirtschaft, letzter Aufruf, 8.9.2021.

6 Die Werte geben das Suchinteresse relativ zum höchsten Punkt im Diagramm für die ausgewählte Region in diesem Zeitraum an. Der Wert 100 steht für die höchste Beliebtheit dieses Suchbegriffs. Der Wert 50 bedeutet, dass der Begriff halb so beliebt ist und der Wert 0, dass für diesen Begriff nicht genügend Daten vorlagen.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

als in vielen anderen Staaten, weitgehend unbekannt und die letzten Engpässe bei der Ölversorgung mittlerweile seit fast 50 Jahren Geschichte. Die autofreien Sonntage von 1973 erscheinen in der Erinnerung vieler kaum mehr als die Gelegenheit zu Spaziergängen auf der Autobahn. Die Selbstverständlichkeit und Normalität einer vollständigen Bedarfsdeckung konnte auch durch die 1958 begonnene Kohlekrise und damit den sukzessiven Wegfall des wichtigsten einheimischen Energieträgers nicht erschüttert werden. Alle Schwierigkeiten wurden überwunden und warum sollte dies heute anders sein?

Grafik 3: Suchinteresse zum Begriff Wasserstoff bei Google in Deutschland und in Nordrhein-Westfalen 2004–2021[7]



7 Quelle: https://trends.google.de/trends/explore?date=all&geo=DE&q=wasserstoff; https://trends.google.de/trends/explore?date=all&geo=DE-NW&q=wasserstoff, letzter Aufruf, 8.9.2021.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Aber was wissen wir überhaupt über die langfristigen Entwicklungen im deutschen Energieversorgungsystem? Es existieren zahlreiche Arbeiten zu einzelnen Branchen der Energiewirtschaft, zu gewissen Zeitabschnitten und auch den einzelnen Energieträgern.[8] Es fehlen jedoch bislang Überblicksdarstellungen, die nicht nur längere Zeiträume, sondern auch einen Querschnitt aller Energieträger in ihren gegenseitigen Beziehungen berücksichtigen und dabei politische Hintergründe und gesellschaftliche Wirkungen reflektieren. Ein weitgehendes Desiderat stellen zudem Untersuchungen zu technikhistorischen Fragestellungen dar. Selbst für das Ruhrgebiet als die lange Zeit mit Abstand wichtigste Energieregion Deutschlands und zugleich größtes industrielles Ballungsgebiet Europas existiert keine solche Gesamtschau. Energiegeschichte ist bislang Stückwerk und dies insbesondere im Kontext von Zeiten, Regionen und Energieträgern. Die vorliegende Studie kann und will diese Lücke nicht schließen, soll aber im beschriebenen Sinne sämtliche angesprochenen Aspekte diskutieren und eine Synthese bilden. Im Vordergrund steht die Herausarbeitung der Entwicklungslinien, Funktion und Bedeutung der Energiewirtschaft des Ruhrgebiets im Kontext zur gesamtdeutschen und ihre Analyse unter folgenden zentralen Themen und Fragestellungen:

- Die Entstehung, Entwicklung und der Wandel der energiewirtschaftlichen Verbundwirtschaft mit besonderem Blick auf die Kooperation verschiedener Marktteilnehmer der Wertschöpfungsketten.
- Die Infrastruktur der Verbundwirtschaft im Ruhrgebiet. Auf welchen Wegen wurden Produkte des Energiesektors in der Region zwischen Unternehmen ausgetauscht bzw. an Verbraucher geliefert? Hier geht es nicht um die klassischen Verkehrsmittel Eisenbahn und Straßentransport, sondern um die Leitungsnetze der Elektrizitäts-, Gas-, Mineralöl- und Chemieindustrie.
- Das Ruhrgebiet als Teil von Netzwerken. In welche übergeordneten Infrastrukturen und Handelsbeziehungen war die Energiewirtschaft des Ruhrgebiets eingebunden?
- Innovationen in der Energiewirtschaft. Welche Forschungserfolge hat das Ruhrgebiet in diesem Sektor hervorgebracht? Wurde ein spezifisches technisches Knowhow entwickelt oder übernahm das Ruhrgebiet ein solches im Rahmen eines Technologietransfers?
- Innovationen in der Umwelttechnik. Gingen vom Ruhrgebiet wegweisende Entwicklungen im Bereich der Umwelttechnik aus wie Technologien zur Verbesserung der Energieeffizienz oder zur Filtertechnik in Kraftwerken?
- Die Rolle der Politik. Wie wurden die energiewirtschaftlichen Umbrüche im Ruhrgebiet politisch gestaltet und welche Bedeutung besaßen staatliche Fördermaßnahmen?

8 Anders ist dies im englischsprachigen Raum, wo in den vergangenen zehn Jahren diverse Werke erschienen sind. Siehe z. B.: Kander/Malanima/Warde: Power to the people, 2013; Smil: Energy and Civilization, 2017; Rhodes: Energy. A human history, 2019.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

- Wasserstoff als Bestandteil der Montanindustrie. Welche Rolle spielte Wasserstoff als Energieträger und Chemieprodukt in der Wirtschaft des Ruhrgebiets?

Energie und Energieversorgung sind ein komplexes Thema, das im Ruhrgebiet zudem eng mit der chemischen Industrie als zentrales Feld verwoben ist. Die Kohle war als Energierohstoff der herausragende Standortfaktor für die Entstehung und den Fortbestand der Industrieregion in einem Zeitraum von rund 130 Jahren. Ihre qualitative Weiterentwicklung seit dem ausgehenden 19. Jahrhundert bestimmte jedoch maßgeblich ihre Funktion als Chemierohstoff. Dieser Dualismus gilt auch für Energieträger wie Erdöl und Erdgas, sodass die Perspektive trotz aller energiewirtschaftlichen Umbrüche seit den 1960er Jahren unverändert beide Bereiche umfasst. Vor diesem Hintergrund ist eine Beschränkung auf die wesentlichsten Entwicklungen und ihre Auswirkungen ebenso notwendig, wie ein Verzicht auf eine detaillierte Nachzeichnung der kohle- und ölchemischen Prozesse mit ihren unzähligen Verbindungen und deren Verwendungszwecken. Allein aus Verständnisgründen werden daher nur die Wichtigsten erwähnt, ohne dabei die Erzeugungs- und Gewinnungsverfahren eingehend zu beschreiben. Das Hauptaugenmerk liegt auf der Darstellung der Verflechtungen und Interaktionen sowie der technischen und wirtschaftlichen Aspekte der Energie- und Chemieregion Ruhrgebiet in ihren wichtigsten Grundlagen. Sozialhistorische Themen bleiben dabei unberücksichtigt.

Wirtschaftsgeschichte lebt von Zahlen und vom Vergleich und dies gilt umso mehr für Energiegeschichte. Nur der Vergleich gibt Aufschluss über Entwicklungen, Veränderungen, Relationen und Beziehungen. Daher wird der statistischen Erfassung der Energieregion Ruhrgebiet weiter Raum gegeben. Die Spiegelung der dabei gewonnenen Werte mit den gesamtdeutschen ermöglicht nicht nur eine umfassende Positionsbestimmung, sondern hebt auch Strukturveränderungen hervor. Allerdings betrifft die oben erwähnte Problematik eines insgesamt unzureichenden Forschungsstandes auch die Statistik. Vielfach liegen Daten erst für die Zeit seit den 1920er Jahren vor, während das Ruhrgebiet seit den 1970er Jahren in der Regel nicht mehr gesondert ausgewiesen wurde. Ein großes Mysterium bilden etwa die Steinkohlesubventionen im langen Verlauf, über die selbst die Bunderegierung keinen Aufschluss besitzt. Dazu kommen zahlreiche statistische Schwierigkeiten, die ganz allgemein aus dem stetigen Wandel der Erhebungsmethoden und auch der Urheberschaft der Ergebnisse resultieren. Vielfach bleibt gerade bei älteren Statistiken unklar, was in die Zählung einfloss, während Ungenauigkeiten und nachträgliche Korrekturen bei allen Erhebungsstellen erkennbar sind. Die in den statistischen Übersichten dieser Arbeit genannten Werte sind daher grundsätzlich als ungefähr zu betrachten, auch wenn die Abweichungen nicht mehr als 2 % erreichen. Statistiken der Energiewirtschaft, die längere Zeiträume umfassen, leiden zudem an der Schwierigkeit unterschiedlichster Maßeinheiten. Dies liegt einmal am Wandel der bevorzugt verwendeten Größen im Laufe der Zeit, zweitens an den Unterschieden zwischen dem europäischen und dem angloamerikanischen Einheitensystem und drittens an der Internationalisierung der Maßeinheiten in den vergangenen 30 Jahren. Aktuelle Vergleiche werden dadurch

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

zwar erheblich vereinfacht, historische aber erschwert. Diese Studie rechnet unterschiedliche Maßeinheiten nicht um, da es hier, wie gesagt, vor allem um Entwicklungslinien und Relationen geht, die dessen ungeachtet erkennbar bleiben und über den Ausweis prozentualer Anteile vergleichbar sind. Die folgenden Tabellen geben einen Überblick über die wichtigsten Energiemaßeinheiten und ihre Potenzen:

Tab. 1: Wichtigste Energiemaßeinheiten[9]

Einheit	Abk.	Definition	In J	Verwendung
Joule	J	1 N x 1 m	1	allgemein
Wattstunden	Wh	3.600 J	3.600	elektrische Energie
Kalorie	cal	Energie, die nötig ist, um 1 g Wasser um 1°C zu erwärmen	4,2 J	veraltet für Lebensmittel
Öleinheit	toe	Energieinhalt von 1 t Erdöl	42 GJ	Energiestatistiken
	boe	Energieinhalt von 1 Barrel Erdöl	5,9 GJ	weltweit
Steinkohleeinheit	t SKE	Energieinhalt von 1 t Steinkohle	29 GJ	Energiestatistiken in Deutschland

Tab. 2: Präfixe der Energiemaßeinheiten[10]

Symbol	Name	Potenz	Zahl	Zahlwort
E	Exa	10^{18}	1.000.000.000.000.000.000	Trillion
P	Peta	10^{15}	1.000.000.000.000.000	Billiarde
T	Tera	10^{12}	1.000.000.000.000	Billion
G	Giga	10^{9}	1.000.000.000	Milliarde
M	Mega	10^{6}	1.000.000	Million
k	Kilo	10^{3}	1.000	Tausend
h	Hekto	10^{2}	100	Hundert
da	Deka	10^{1}	10	Zehn
—	—	10^{0}	1	Eins

Um die Bedeutung der Energieregion Ruhrgebiet einordnen zu können, einen Einstieg in das Thema Energie in seiner Vielschichtigkeit zu ermöglichen und die stetigen Veränderungen der Energieversorgungssysteme zu verdeutlichen, steht am Beginn dieser Studie ein breiter Überblick in Form einer Gesamtschau. Diese berücksichtigt zunächst die Frage, was mit dem Begriff der „Energie" überhaupt verbunden ist, und zeichnet dann ihre Rolle in der heutigen Gesellschaft nach. Weiterhin diskutiert das Kapitel in vier Unterabschnitten die Systemumbrüche und -erweiterungen durch neue Energieträger seit dem Mittelalter, um den besonderen Charakter der aktuellen Energiewende gegenüber den vorangegangenen Perioden

9 Eigene Zusammenstellung.
10 Eigene Zusammenstellung.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

des Wandels hervorzuheben. Der den größten Teil der Studie umfassende Abschnitt zur Energieregion Ruhrgebiet folgt einem chronothematischen Ansatz. Dies bedeutet, dass die zeitliche Abfolge immer wieder durchbrochen wird, um die einzelnen Energieträger und die mit ihnen zusammenhängenden Strukturen zusammenfassend darstellen zu können. Im Vordergrund steht die Entwicklung der Verbundlandschaft im Ruhrgebiet, deren einzigen Ausgangspunkt der Standortfaktor Kohle darstellte. Neben der Diskussion der Standortfaktoren wird hier im Kontext mit der Eisenhüttentechnik ein Blick auf die Steinkohlenlagerstätte des Ruhrgebiets und deren Kohlenqualitäten geworfen. Die Stahlindustrie besaß und besitzt als größter Kohlenverbraucher auch die größten Sparpotenziale, die vor allem durch eine umfangreiche Verbundwirtschaft gehoben wurden. Diese wird hier ebenfalls vorgestellt.

Im Anschluss daran folgt ein Überblick über die Bedeutung des Ruhrgebiets für die deutsche Primärenergieversorgung. Danach richtet sich der Blick auf die Umwandlungs- und Verarbeitungsprozesse, mit deren Hilfe Kohle zur Grundlage neuer Branchen aufstieg. Dazu gehörten zunächst die Verkokung und Vergasung als mit Abstand bedeutendste und weitreichendste Variante, denn allein sie bot die Möglichkeit zur Entwicklung der Kohlechemie. Nach den Anfängen der Teer-, Ammoniak und Benzolerzeugung wurde recht bald der Wasserstoff zum Wachstumstreiber der Branche. Die Verflüssigung bzw. Hydrierung der Kohle vermittelte nicht nur erhebliche Impulse in Richtung der Kohlechemie, sondern sollte im Ruhrgebiet auch die Basis für die Etablierung einer leistungsstarken Mineralölindustrie in der Nachkriegszeit bilden, während die Kohlechemie noch an Bedeutung zunahm. Gleiches galt für den Übergang vom Kokereigas zum Erdgas in den 1960er Jahren, während die Elektrizitätswirtschaft bis zuletzt maßgeblich auf Kohle basierte. Abschließend wird in diesem Abschnitt die Energie-Chemie-Infrastruktur vorgestellt und ein Blick auf die Forschungslandschaft Ruhrgebiet geworfen. Die Studie endet mit Überlegungen zur Rolle der Kohle als Identitätsfaktor für das Ruhrgebiet, die die Frage in den Mittelpunkt stellt, inwieweit der Verlust des Standortfaktors auch Veränderungen in der Binnenperspektive auf die Region hervorrief. Zum besseren Verständnis der Abläufe und Interaktionen bei der Lektüre einzelner Abschnitte wird auf zentrale Aspekte wiederholt in der angebrachten Kürze eingegangen.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

2. Energie im Kontext

2.1 Eine Welt aus Energie?

Der Begriff „Energie" scheint heute allgegenwärtig und findet in unterschiedlichsten Kontexten Anwendung. Wenn Captain Kirk ihn ausspricht, befiehlt er die Beschleunigung des Raumschiffs Enterprise; Red Bull verspricht, dass uns beim Konsum des „Energydrinks" Flügel wachsen; selbst Haare erhalten mit dem richtigen Spray die notwendige Energie, während man für die Haut eine entsprechende Creme verwenden sollte. Dass sogenannte Energieträger Energie enthalten, scheint logisch. Aber auch Nahrung besitzt einen physiologischen Brennwert, der als Energiegehalt bezeichnet wird. Schließlich vermitteln Esoterik und alternative Medizin Energie auf sonstigen Ebenen. Irgendwie scheinen wir überall von Energie umgeben zu sein und irgendwie scheint sie auch in uns zu wirken.

Tatsächlich ist das so, wenn man die Versprechungen des modernen Marketings einmal außen außenvorlässt. Energie ist eine grundlegende physikalische Größe im Universum. Alle dort ablaufenden Prozesse werden durch sie bestimmt, sei es in der Chemie, der Biologie oder der Physik und dies bereits auf atomarer bzw. molekularer Ebene. Den Ausgangspunkt auf der Erde bildet vor allem die natürliche Sonnenenergie. Diese entsteht durch die Fusion von Wasserstoff zu Helium. Diese Verschmelzung von zwei Atomkernen zu einem neuen Kern setzt Energie frei und dies ist der Grund, dass die Sonne Energie abstrahlt. Auf der Erdoberfläche kommen in unseren Breiten pro Quadratmeter und Jahr rund 1.000 kWh an. Strahlung ist aber nur eine Form der Energie. Physikalische Systeme können auch Arbeit leisten oder Wärme abgeben. Ich beschränke mich hier auf die für unsere Thematik relevanten Aspekte. Wichtig ist vor allem, dass die in einem System enthaltene Gesamtmenge an Energie unverändert bleibt. Folglich kann Energie weder erzeugt oder verbraucht noch gespart oder verschwendet werden. Diese im umgangssprachlichen Gebrauch üblichen Begriffe haben immer einen wirtschaftlichen Hintergrund, aber niemals einen naturwissenschaftlichen. Es geht hier nur um Wirkungsgrade und damit letztlich um Kosten. Dennoch sollen sie aus Gründen der Einfachheit auch in dieser Studie Verwendung finden.

Energie liegt in unterschiedlichen Formen vor und kann größtenteils zwischen diesen umgewandelt werden. Außerdem kann sie aus einem System heraus oder in dieses hinein transportiert werden. Diese Energieerhaltung gehört zu den wichtigsten naturwissenschaftlichen Prinzipien. Grundlegende Formen von Energie sind neben der thermischen die chemische, die elektrische, die kinetische und die potenzielle Energie. Als kinetische Energie bezeichnet man die von Körpern im Bewegungszustand, etwa eines Kreisels. Potenzielle Energie besitzen Körper innerhalb eines Kraftfeldes. Das beste Beispiel dafür ist die Erdanziehungskraft. Hier interes-

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

siert jedoch vor allem die thermische Energie bzw. Wärmeenergie als diejenige, die energiewirtschaftlich von Bedeutung ist, denn sie wird vorrangig in Nutzenergie wie Elektrizität umgewandelt. Bei der Verbrennung fossiler Energieträger wird der Kohlenstoffgehalt der Brennstoffe mit Sauerstoff unter Flammenbildung oxidiert, sodass Wärme und Strahlung entstehen. Eine Rückumwandlung in andere Energieformen ist hier natürlich nicht möglich.

In der Technik bezieht sich der Begriff der Energie immer auf die Fähigkeit eines Systems, Arbeit zu leisten. Durch diese Arbeit wird die Energie dann zwischen verschiedenen Energieformen umgewandelt. Das Beispiel des modernen Kraftwerks verdeutlicht dies. Durch die Verbrennung von Kohle im konventionellen Kraftwerk entsteht im Brennraum zunächst Wärme, die dann Wasser in einem Kessel erhitzt. Der dabei entstehende Dampf wird durch die Erhöhung des Drucks im Kessel noch weiter aufgeheizt und dann von hier auf die Turbine geleitet. Diese treibt einen Generator an, der die Elektrizität erzeugt. Ganz ähnlich funktionieren Flugzeugturbinen, deren Brenngasausstoß das Flugzeug nach vorne bewegt. Wir haben es hier also mit einer mehrfachen Umwandlung von Energie zu tun. Das Beispiel verdeutlicht auch, warum es hier zu sogenannten Energieverlusten kommt. Das System ist eben nicht von seiner Umwelt abgeschlossen, sondern gibt an allen Stellen Energie an diese ab. Dies kann etwa in Form von Wärmestrahlung oder von Reibung geschehen. Aus diesem Grund ist es auch nicht möglich, ein Perpetuum Mobile zu bauen, eine Maschine, die nach der Ingangsetzung mit einmaliger und ohne weitere Energiezufuhr unendlich weiterläuft.

Der Begriff der „Energie“ im heute verwendeten Sinn ist keine 200 Jahre alt.[11] Er ersetzte nach und nach im naturwissenschaftlichen, technischen und wirtschaftlichen Bereich den älteren Begriff der „Kraft“. Dieser ist im allgemeinen Sprachgebrauch jedoch weiterhin als Synonym für „Energie“ gebräuchlich. Zur Beschreibung aller vorindustriellen Zeitalter ist dies auch durchaus richtig, denn das, was wir heute als Energie bezeichnen, hieß seinerzeit immer „Kraft“. Erst die moderne Physik des 19. Jahrhunderts führte zu einer weiteren Ausdifferenzierung. Bis dahin bezeichnete der in der griechischen Antike geprägte und auf die Philosophie beschränkte Begriff die sogenannte lebendige Wirklichkeit und Wirksamkeit, die Tatkraft und das Wirkungsvermögen bzw. auch die Charakterkraft. Nun aber bezeichnete er auf einmal die Fähigkeit, Arbeit zu leisten. Diese Neuinterpretation oder auch neue Nutzung des Begriffs war gerade das Ergebnis der im Mühlenbau[12] des Mittelalters begonnenen Entwicklung, für die man nun zunehmend entsprechende naturwissenschaftliche Erklärungen besaß. Die Kraft wiederum wurde jetzt physikalisch als Ursache von Bewegungsänderungen beweglicher Körper in einem gewissen Zeitraum oder als Ursache von Formveränderungen eines durch andere Kräfte festgehaltenen Körpers definiert.

11 Siehe zur Zeit davor: Reith: Energie.
12 Siehe hierzu Abschnitt 2.3.1.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

2.2 Energie als Grundlage des Technotops

Kaum etwas prägt unser Leben so sehr wie die Technik. Wir leben in einem Technotop, unsere Lebenswelt ist vollständig durch Technik geschaffen und durchdrungen, unsere Kultur und unser Lebensstil wären ohne sie nicht denkbar.[13] Technik ist längst eine Selbstverständlichkeit und wir benutzen sie, ohne groß über ihre Entstehungszusammenhänge und Wirkungsweisen nachzudenken, sind wir es doch gewohnt, dass sie jederzeit und überall verfügbar ist. Technische Hintergründe scheinen hier uninteressant. Dies gilt sowohl für die klassischen analog arbeitenden technischen Objekte als insbesondere auch für die digitalen und vernetzten, die seit rund drei Jahrzehnten immer weitere Bereiche unseres Lebens erobern. Wichtig ist allein, dass sie funktionieren. Tun sie das einmal nicht, stehen wir vor Problemen.

Möglich wird dieser Lebensstil allein durch Energie. Sie ist der Motor der modernen Welt und ihre räumlich wie zeitlich unbegrenzte Verfügbarkeit kann als ihre wohl wichtigste Grundlage angesehen werden. Ausschlaggebend ist die Fähigkeit, diese Verfügbarkeit in ihren Erscheinungsformen Licht, Kraft und Wärme jederzeit zu gewährleisten. Darin unterscheidet sich das „Energiezeitalter", als das sich unsere Epoche wohl am besten charakterisieren lässt, von allen vorangegangenen Epochen. Dabei ist dieses Energiezeitalter nur wenig mehr als ein Jahrhundert, vielleicht 150 Jahre alt. Eine eindeutige Abgrenzung ist weder notwendig noch möglich und wie viele Aspekte der Geschichtswissenschaft eine Frage der Interpretation. In ihren Auswirkungen jedoch ist die Möglichkeit zur uneingeschränkten Nutzung von Energie als vielleicht größter Umbruch in der Geschichte der Menschheit anzusehen. Es lassen sich in technikhistorischer Perspektive sicherlich zahlreiche bahnbrechende Entwicklungen nennen, die epochale Umbrüche erzeugten. Zu erwähnen sind in diesem Kontext etwa das Rad im vierten Jahrtausend vor Christus oder der Buchdruck mit beweglichen Lettern Mitte des 15. Jahrhunderts. In ihrer Breiten- und Tiefenwirkung ist jedoch diese Energierevolution kaum hoch genug einzuschätzen, denn Umfang, Intensität und Geschwindigkeit ihrer Wirkungen und Potenziale scheinen unvergleichlich.

Deutlich erkennbar wird dies beispielsweise im Verhältnis von Weltbevölkerung und Weltwirtschaftsleistung. So wuchs die Bevölkerung von rund 1 Mrd. im Jahr 1820 auf 7,6 Mrd. in 2018, während sich zugleich das Produktionsvermögen überproportional vervielfachte. Das Ausmaß dieser Entwicklung kann angesichts unzureichender Daten zur wirtschaftlichen Entwicklung vor allem für das 19. Jahrhundert nur geschätzt werden, doch dürfte ein Faktor von 10 pro Kopf der Bevölkerung nicht zu hoch liegen. Den ausschlaggebenden Impuls dafür lieferte die Energie, denn nur ihr verstärkter Einsatz beschleunigte sämtliche wirtschaftlichen Abläufe, beflügelte technische Innovationen und verbesserte insgesamt den Lebensstandard. So bildete gerade der Übergang von den nachhaltigen, aber knappen natürlichen

13 Ropohl: Allgemeine Technologie, S. 15.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Energieträgern wie Holz, Wasserkraft und Windkraft hin zum in großen Mengen und jederzeit nutzbaren fossilen Energieträger Kohle den zentralen Faktor für die Industrielle Revolution.[14] Zwischen 1820 und 1880 verdoppelte sich der weltweite Energieverbrauch von 380 Mrd. toe[15] auf 769 Mrd. toe, während die Bevölkerung nur um etwa ein Viertel zunahm. Da die kohlebasierte Industrialisierung jedoch nur in einigen westeuropäischen Ländern wie England, Deutschland, Belgien und Frankreich sowie in den USA erfolgte, also von einem vergleichsweise geringen Gesamtbevölkerungsanteil getragen wurde, waren die Steigerungsraten des Energieverbrauchs in diesen erheblich höher. So verfünffachte sich hier etwa der Kohleverbrauch im selben Zeitraum. (vgl. Tab. 3, 4)

Die Industrielle Revolution begann im ausgehenden 18. Jahrhundert in England und erfasste nach den napoleonischen Kriegen sukzessive den europäischen Kontinent. Die Anfänge in Deutschland lassen sich in etwa auf die 1830er Jahre datieren. Mit der Industrialisierung war ein Wandlungsprozess verbunden, der innerhalb weniger Jahrzehnte die traditionelle, vorindustrielle Gesellschaft beseitigte. Als äußeres Kennzeichen dieser Entwicklung galt schon früh ein dauerhaftes, sich selbst tragendes Wirtschaftswachstum, das durch tiefgreifende technische, wirtschaftliche, soziale und politische Veränderungen ermöglicht wurde, diese aber zugleich auch animierte. Überall entstanden neue Wirtschaftszentren wie das Ruhrgebiet, das sich in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts aus einer ursprünglich landwirtschaftlich geprägten Region zum größten industriellen Ballungsraum Europas entwickelte. Als elementares Kennzeichen des neuen Zeitalters gilt die Herausbildung der gewerblichen Massenproduktion im Fabriksystem.[16]

Tab. 3: Entwicklung des weltweiten Energieverbrauchs 1820–2018 in Mrd. toe, der Weltbevölkerung in Mrd. und des Pro-Kopf-Verbrauchs inkl. Nahrungsmittel in toe[17]

Jahr	Energie-verbrauch	Veränderungs-rate (%)	Welt-bevölkerung	Veränderungs-rate (%)	Pro-Kopf-Verbrauch
1820	390	-	1047	-	0,37
1830	422	8,2	1103	5,3	0,38
1840	467	10,7	1159	5,1	0,40
1850	522	11,8	1217	5,0	0,43
1860	591	13,2	1244	2,2	0,48
1870	653	10,5	1275	2,5	0,51

14 Umfassend dazu: Kiesewetter: Industrielle Revolution, 2004; Ziegler: Industrielle Revolution, 2005.

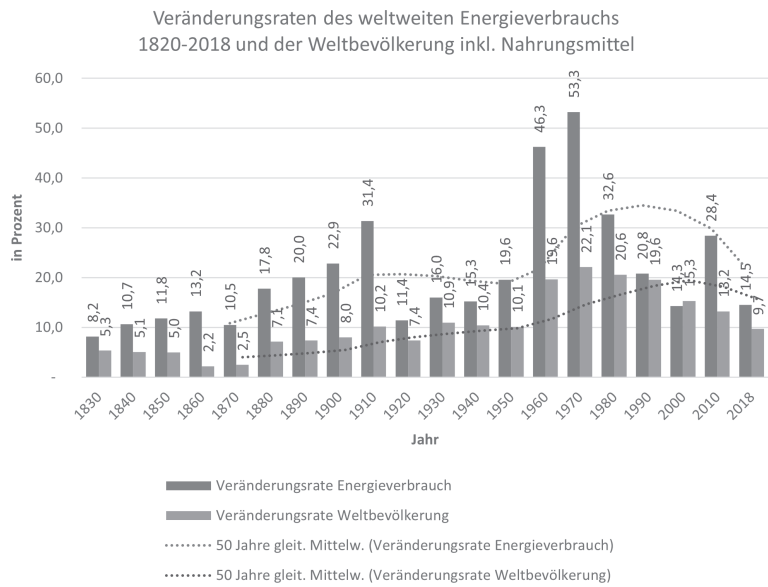
15 Erläuterung bei Tabelle 3.

16 König: Massenproduktion und Technikkonsum, 1990, S. 427–441.

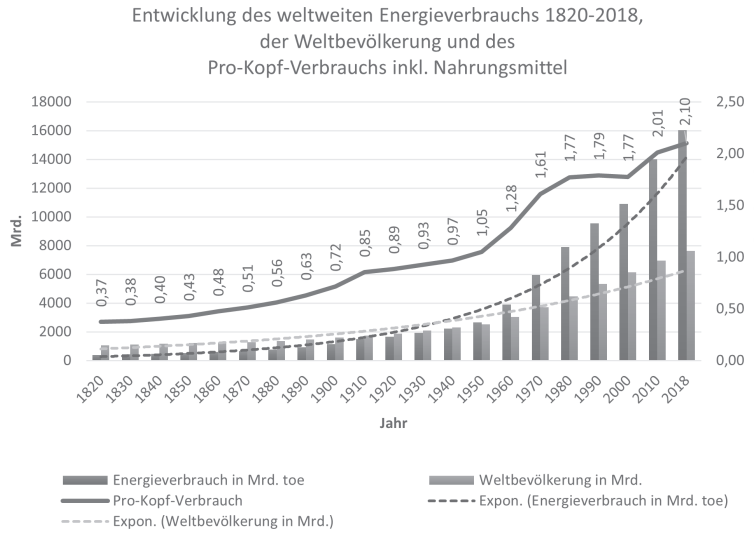
17 Fossile und nukleare Energieträger einschließlich Nahrungsmittel für Mensch und Tier. Eigene Zusammenstellung und Berechnung nach: Malanima, Paolo: World Energy Consumption. A Database 1820–2018, Tabellen A1, A2, S. 39 ff (energyhistory.org). Alle Werte gerundet. 1 toe entspricht ca. 42 GJ.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Jahr	Energie-verbrauch	Veränderungs-rate (%)	Welt-bevölkerung	Veränderungs-rate (%)	Pro-Kopf-Verbrauch
1880	769	17,8	1366	7,1	0,56
1890	923	20,0	1467	7,4	0,63
1900	1134	22,9	1585	8,0	0,72
1910	1490	31,4	1746	10,2	0,85
1920	1660	11,4	1875	7,4	0,89
1930	1926	16,0	2080	10,9	0,93
1940	2220	15,3	2297	10,4	0,97
1950	2655	19,6	2530	10,1	1,05
1960	3883	46,3	3027	19,6	1,28
1970	5951	53,3	3696	22,1	1,61
1980	7894	32,6	4456	20,6	1,77
1990	9536	20,8	5329	19,6	1,79
2000	10898	14,3	6145	15,3	1,77
2010	13992	28,4	6959	13,2	2,01
2018	16023	14,5	7633	9,7	2,10



https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -



Tab. 4: Anteil der Energieträger am weltweiten Energieverbrauch 1820–2018 in %[18]

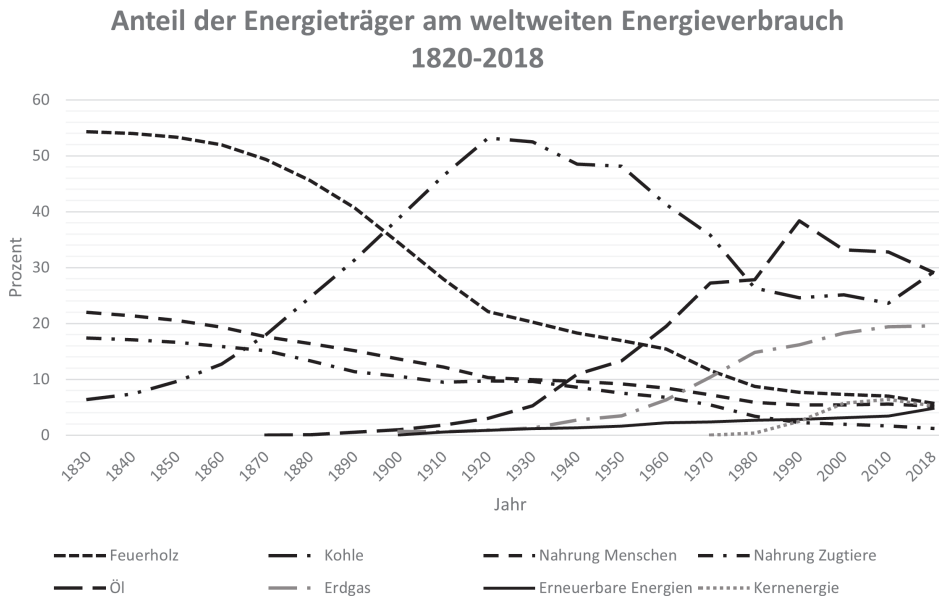
Jahr	Nahrung Menschen	Feuerholz	Nahrung Zugtiere	Kohle	Öl	Erdgas	Erneuerbare Energien[19]	Kern-energie
1820	22,0	54,3	17,4	6,4	-	-	-	-
1830	21,4	54,0	17,1	7,4	-	-	-	-
1840	20,5	53,3	16,6	9,6	-	-	-	-
1850	19,3	52,0	15,9	12,7	-	-	-	-
1860	17,6	49,3	15,1	18,0	0,01	-	-	-
1870	16,4	45,6	13,3	24,7	0,09	-	-	-
1880	15,1	40,7	11,4	31,4	0,5	-	-	-
1890	13,6	34,4	10,5	38,9	1,0	0,7	0,06	-
1900	12,2	27,9	9,5	46,5	1,8	0,6	0,6	-
1910	10,3	22,1	9,7	53,2	3,0	0,9	0,9	-
1920	9,9	20,2	9,6	52,5	5,3	1,3	1,2	-
1930	9,6	18,3	8,6	48,5	10,9	2,7	1,3	-
1940	9,2	16,9	7,5	48,1	13,3	3,5	1,6	-
1950	8,4	15,4	6,8	41,3	19,5	6,3	2,2	-
1960	7,2	11,6	5,4	35,8	27,2	10,4	2,4	0,02
1970	5,9	8,7	3,4	26,3	27,8	14,8	2,7	0,4

18 Fossile und nukleare Energieträger einschließlich Nahrungsmittel für Mensch und Tier. Eigene Zusammenstellung und Berechnung nach: Malanima: World Energy Consumption, Tabelle A5, S. 52 ff. Alle Werte gerundet.

19 Wasserkraft, Windkraft, Solarenergie, Erdwärme und andere, ohne Brennholz.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Jahr	Nahrung Menschen	Feuerholz	Nahrung Zugtiere	Kohle	Öl	Erdgas	Erneuerbare Energien	Kern-energie
1980	5,4	7,7	2,3	24,6	38,4	16,2	2,8	2,5
1990	5,4	7,3	2,0	25,1	33,2	18,3	3,1	5,7
2000	5,6	7,0	1,7	23,6	32,8	19,4	3,4	6,4
2010	5,2	5,7	1,2	29,1	29,2	19,6	4,8	5,3
2018	5,1	5,2	1,1	26,7	28,6	20,6	8,3	4,6



Charakteristische Faktoren des Fabriksystems waren neben dem Maschineneinsatz Arbeitsteiligkeit, Zentralisierung, disziplinierte Lohnarbeit und schließlich die hohe Kapitalintensität. Eine herausragende Bedeutung besaß vor diesem Hintergrund die verstärkte Nutzung von Rohstoffen wie Eisenerzen und eben neuen, fossilen Energieträgern wie Steinkohle, deren Förderung und Verarbeitung bald den Motor der Industrialisierung darstellten. Dazu kam die Eisenbahn, die nicht nur die Erzeugnisse von Bergwerken, Eisenhütten und Stahlwerken transportierte, sondern zugleich zu deren wichtigstem Kunden avancierte. Die Grundlage dieses sogenannten „Magischen Dreiecks" um des von ihm verursachten langjährigen selbsttragenden Aufschwungs bildete in allen aufkommenden Industriestaaten die Steinkohle, denn mit ihrer zunehmenden Förderung war Energie erstmals in der Geschichte nicht mehr limitiert. Etwa gleichzeitig begannen die Naturwissenschaften, das Phänomen Energie zu durchdringen und aus ihren Erkenntnissen erste allgemeine Leitsätze abzuleiten. Parallel dazu setzte sich die Dampfmaschine als neue Kraftmaschine zum Antrieb von Arbeitsmaschinen durch. Leistungsfähige Anlagen ersetzten in vielen

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Bereichen nicht nur die Muskelkraft, sondern eröffneten in Verbindung mit präzisen maschinellen Fertigungsverfahren ungeahnte Dimensionen der Massenproduktion. Weiterhin stieg die Kohle seit den 1860er Jahren zum zentralen Grundstoff der chemischen Industrie auf. Auch hier sind selbstverständlich die zahlreichen gegenseitigen Synergien zu betonen.

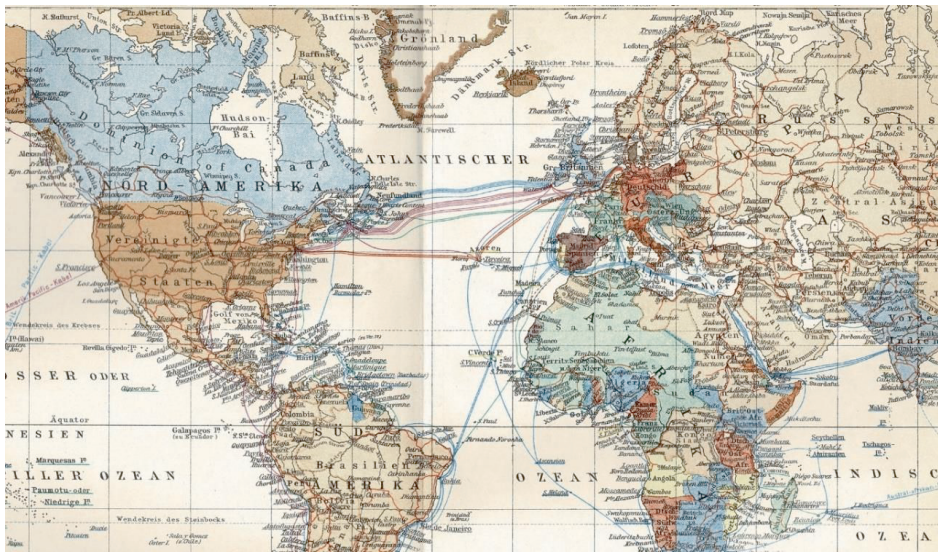
Der US-amerikanische Kulturhistoriker Lewis Mumford prägte für das energiebasierte neue Weltsystem schon in den 1960er Jahren den Begriff der „Megamaschine".[20] Er bewertete vor dem Hintergrund der Entwicklungen in seinem Heimatland als erster den durch Energie verursachten Umbruch als Ausgangspunkt für die Entstehung eines neuen Machtkomplexes, den er als „Pentagon of Power" bezeichnete. Der Begriff eignete sich deswegen so hervorragend, weil im Englischen sämtliche einfließenden Aspekte mit dem Buchstaben „P" beginnen und „Power" doppeldeutig gleichermaßen für Energie wie für Macht steht. So bildeten zwar in vorindustriellen Epochen Profit und die daraus folgende Macht mit entsprechendem Prestige wichtige Grundlagen des Gesellschaftssystems. Doch erst die Ergänzung des Faktors Energie im Sinne der Primärenergie erzeugte eine quasi unfassbare Dynamik im Bereich der wirtschaftlichen Produktivität und damit scheinbar unbegrenzter Möglichkeiten.[21] Aus dem alten Dreieck war das neue Pentagon geworden – und den Ausschlag gab die Energie. Ihre Beschleunigungsimpulse führten zur „Verkürzung von Zeit und Raum".

Ein herausragendes Beispiel für diese Entwicklung ist das erste Transatlantikkabel zwischen Europa und den USA, das 1866 in Betrieb genommen wurde.[22] Seine Verlegung übernahm der Segeldampfer „Great Eastern", das nach seinem Stapellauf 1858 bis 1901 größte jemals gebaute Schiff. Sowohl das Kabel als auch das Schiff konnten nur mit den neuen fertigungstechnischen Methoden des Industriezeitalters produziert werden. Die mit dem Kabel geschaffene elektrisch-telegrafische Verbindung ermöglichte eine minuten-, bald sekundenschnelle Verbindung zwischen beiden Kontinenten mit entsprechenden Auswirkungen auf die Geschäftsbeziehungen. Das moderne Kommunikationszeitalter hatte endgültig begonnen und mit ihm die erste Phase der Globalisierung.[23] Zur Jahrhundertwende war die Welt schließlich längst von einem Telegrafienetz umspannt. (Abb. 1) Bis heute gilt der rasche Austausch von Informationen als neben dem günstigen Massentransport wohl wichtigste Grundlage der globalisierten Weltwirtschaft, nur dass sich mit dem Internet das Kommunikationssystem gewandelt hat – nicht aber seine energetische Basis.[24]

20 Mumford: Mythos der Maschine, S. 219–225.
21 Ebd., S. 523–528.
22 Hagemeyer: Information und Kommunikation, S. 421–423.
23 Osterhammel/Petersson: Geschichte der Globalisierung, S. 63 ff.
24 Umfassend dazu: Werber: Bagatellisierung des Raums.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Abb. 1: Das weltweite Telegrafienetz Anfang des 20. Jahrhunderts (Ausschnitt)[25]



Diese im 19. Jahrhundert angestoßene energetische Basistendenz hält bis heute an, wobei sich zwar der Energieträgermix und das wirtschaftliche Produktionsspektrum mit dem in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts ständig anwachsenden Dienstleistungssektor erweiterten und zwischenzeitlich mehrfach veränderten, nicht aber deren fossile Grundlagen. So sind aktuell Braunkohle, Mineralöl und Erdgas als neben Steinkohle immer noch mit Abstand wichtigste Einsatzstoffe bzw. Primärenergieträgern zur „Energieerzeugung" dieses Ursprungs. Weiterhin hält die Wachstumstendenz beim Energieverbrauch nicht nur unverändert an, sondern zeigt zugleich exponentielle Raten. Zwischen 1880 und 1920 kam es in Weltperspektive zu einer weiteren Verdoppelung auf nun 1.660 Mrd. toe. Für die nächste Verdoppelung wurden nun nicht mehr 40 Jahre benötigt, sondern nur noch rund 25, denn bereits Mitte der 1950er Jahre wurde der entsprechende Wert erreicht. Außerdem markiert dieses Jahrzehnt mit einem Zuwachs von rund 50 % das in dieser Hinsicht bislang mit Abstand stärkste. Diesem Trend entsprechen auch die beiden weiteren Jahrzehnte bis 1980 mit einer erneuten Verdoppelung von rund 3.900 Mrd. toe auf 7.900 Mrd. toe in einer jetzt auf 20 Jahre verkürzten Phase. Danach ist in der Entwicklung eine gewisse Abschwächung erkennbar, denn für die nächste Verdoppelung benötigte die Welt wieder etwa 25 Jahre. 2018 wurde dann erstmals die Grenze von 16.000 Mrd. toe überschritten. Dies entspricht dem etwa 20fachen Wert von 1880, dem zehnfachen Wert von 1920 und dem sechsfachen Wert von 1950. Innerhalb der vergangenen 100 Jahre ist damit der Weltenergieverbrauch um den Faktor 10 gewachsen. Die

25 Quelle: Meyers Konversationslexikon, Bd. 19, S. 386. Die Karte zeigt eindrucksvoll die dichtmaschige Verbindung zwischen Europa und den USA, aber auch zwischen England und Indien.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Weltbevölkerung hat sich im selben Zeitraum jedoch nur von rund 1,9 Mrd. auf 7,6 Mrd. vervierfacht.

Die Kohle verzeichnete als *der* Primärenergieträger der Industriellen Revolution rasante Steigerungsraten. Nach zunächst verhaltenem Auftakt gewann die Entwicklung seit den 1850er Jahren an Schwung. Zwischen 1850 und 1870 verdoppelte sie ihren Anteil an der Weltenergieversorgung auf knapp ein Viertel und erreichte kurz vor dem Ersten Weltkrieg mit einem Anteil von 53 % ihren Bedeutungshöhepunkt. Dieses Niveau konnte sie angesichts des seit den 1920er Jahren mit großer Dynamik aufkommenden Erdöls nicht halten, doch blieb sie noch fast weitere vier Jahrzehnte mit Werten oberhalb von 40 % nicht nur führend, sondern auch dominant. In den 1960er Jahren begann dann der Niedergang, bis 1970 das Mineralöl erstmals die Position des wichtigsten Primärenergieträgers weltweit übernahm und die Kohle mit einem Anteil von rund 28 % knapp überholte. Während seither die Bedeutung der Kohle in etwa gleichgeblieben ist und rund ein Viertel des Bedarfs deckt, verzeichnete das Erdöl weitere Zuwächse bis zum Höhepunkt 1980, als ein Anteil von 38,4 % erreicht wurde. Seither ist ein auf die Reaktionen der westlichen Industrienationen nach den Ölkrisen der 1970er Jahre zurückzuführender Abwärtstrend zu verzeichnen, der jedoch nicht zum Verlust der Rolle als wichtigster Energieträger führte, die sie mit einem Anteil von aktuell rund 28 % nach wie vor innehat. Die Verluste des Erdöls resultierten vor allem aus dem Aufstieg des Erdgases aus dem Nichts zum dritten Standbein der Weltenergieversorgung. Noch in den 1950er Jahren in Europa nur eine Randerscheinung, konzentrierte sich die Förderung bis dahin auf die USA. Mit der Entdeckung großer Vorkommen in den Niederlanden und in Russland änderte sich die Situation, denn Erdgas war nun auch in Europa in großen Mengen verfügbar. Hatte das Erdgas im ersten vollständigen Nachkriegsjahrzehnt noch eine Steigerung seines Anteils von rund 6 % auf 10 % erreicht, kam es seither zu einem weiteren stetigen Anstieg auf heute knapp 21 %. Die seit den 1970er Jahren etablierte Kernenergie hatte ihren Höhepunkt zur Jahrtausendwende mit 6,4 %, während die Erneuerbaren Energien erst in dieser Zeit begannen, eine signifikante Rolle zu spielen.

Bis in die späten 1970er Jahre war auch in der Bundesrepublik Deutschland ein ständig wachsender Primärenergieverbrauch das typische Merkmal der weiteren Entwicklung. (Tab 5, 6) Als Land mit einem auf fossilen Energieträgern basierenden Versorgungssystem war allerdings deren Anteil erheblich höher als der weltweite Durchschnitt. Der Standard entsprach jedoch dem anderer westlicher Industrienationen. Im Mittelpunkt der Energieversorgung stand, wie erwähnt, zunächst die Steinkohle. Hier wurde 1957 am Vorabend der Kohlenkrise mit einem Verbrauch von 137 Mio. t SKE der absolute Höhepunkt erreicht. Bis 1963 blieb der Verbrauch auf einem ähnlich hohen Niveau, um dann bis 1975 auf die Hälfte des Rekordwertes oder rund 66 Mio. t SKE knapp 20 Jahre zuvor stark abzusinken. Bedingt durch die Ölkrisen und entsprechende Fördermaßnahmen der Bundesregierung kam es in der zweiten Hälfte der 1970er Jahre zu einer gewissen Renaissance der Steinkoh-

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

le und einem erneuten Anstieg auf fast 80 Mio. t SKE bis 1985. Seit den 1990er Jahren reduzierte sich der Verbrauch dann sukzessive auf heute noch etwa 30 Mio. t SKE. Der Bedarf wurde vor dem Hintergrund des geordneten Rückgangs der Inlandsproduktion zunehmend durch Importe gedeckt.[26] Der Braunkohleneinsatz blieb zwischen 1950 und 1990 mit rund 30 Mio. t SKE relativ konstant, um sich dann mit der Wiedervereinigung der beiden deutschen Staaten 1990 aufgrund der braunkohlenbasierten Energieversorgung der DDR auf 110 Mio. t SKE fast zu vervierfachen. Durch den raschen Umbau des Systems auf das westliche Konzept pendelte sich der Verbrauch dann über rund zwei Jahrzehnte im Bereich von 50 Mio. t SKE ein und verzeichnete in den vergangenen Jahren einen starken Rückgang auf noch 30 Mio. t. SKE.

Tab. 5: Primärenergieverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland 1950–2020 in Mio. t. SKE[27]

Jahr	Mineralöl	Erdgas	Steinkohle	Braunkohle	Erneuerbare Energien[28]	Kernenergie[29]	Gesamt[30]
1950	6,3	0,1	98,7	20,6	6,2	-	135,5
1953	9,3	0,1	114,0	23,8	5,5	-	155,5
1957	21,7	0,5	137,1	28,9	5,6	-	196,1
1960	44,4	0,7	128,3	29,2	6,6	-	211,4
1963	80,8	1,5	126,8	32,4	5,3	0,1	248,8
1966	121,9	3,9	102,2	28,2	8,3	0,1	266,6
1969	160,5	12,8	101,7	29,9	6,6	1,7	315,0
1972	196,4	30,1	83,4	31,0	8,1	3,1	354,3
1975	181,0	48,7	66,5	34,4	7,8	7,1	347,7
1978	203,3	59,8	69,2	35,9	6,6	11,8	389,0
1981	167,5	59,3	78,3	39,8	8,6	17,6	374,1
1984	158,5	58,8	79,5	38,4	6,9	30,4	376,5
1987	163,3	65,3	75,6	31,2	7,2	42,1	388,0

26 Siehe hierzu detailliert Abschnitt 3.1.4.

27 1 kg SKE entspricht 7.000 kcal bzw. 8,141 kWh bzw.29.308 kJ oder 29,3 GJ. Angaben in Primärenergiebilanzen aus Gründen der Vergleichbarkeit in SKE. Zusammenstellung und eigene Berechnung nach: Jahrbuch des deutschen Bergbaus bzw. Jahrbuch für Bergbau, Energie, Mineralöl, Chemie, diverse Jahrgänge, bzw. Jahrbuch der europäischen Energie- und Rohstoffwirtschaft, diverse Jahrgänge; Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V. (Hg.): Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990–2012, Berlin 2013. Alle Werte gerundet.

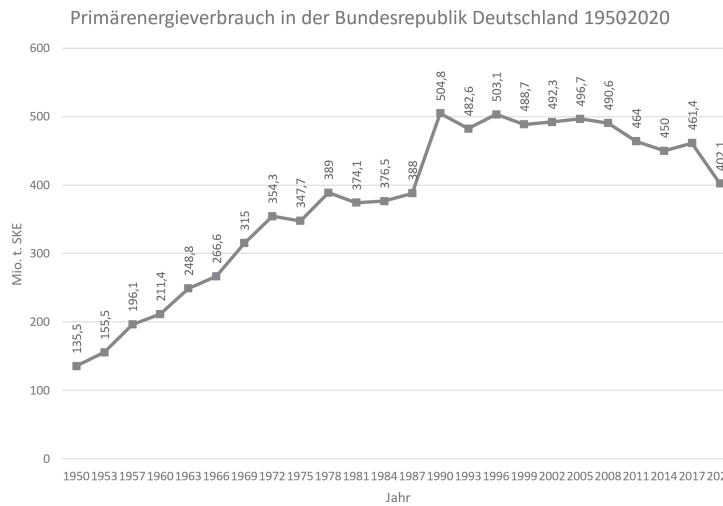
28 Bis 1987 Wasserkraft, danach Wasserkraft, Windenergie, Photovoltaik. Für 1990 und 1993 ist keine exakte Angabe möglich, da erneuerbare Energien statistisch unter „Sonstige" ausgewiesen wurden.

29 Erste Einspeisung 1961.

30 Inklusive den nicht gesondert ausgewiesenen sonstigen Brennstoffen wie Holz, Torf, Müll, Klärgase usw. sowie des Außenhandelssaldos Kokereigas.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Jahr	Mineralöl	Erdgas	Steinkohle	Braunkohle	Erneuerbare Energien	Kernenergie	Gesamt
1990	178,0	78,2	78,7	109,2[31]	ca. 7	49,4	504,8
1993	195,1	86,0	72,7	67,4	ca. 7	49,1	482,6
1996	198,2	106,9	71,3	57,6	9,2	60,2	503,1
1999	191,0	102,7	67,1	50,3	13,3	63,3	488,7
2002	183,6	107,3	65,7	56,7	15,5	61,4	492,3
2005	176,3	110,9	61,7	54,4	26,3	60,7	496,7
2008	167,3	109,9	61,4	53,0	39,1	55,4	490,6
2011	154,4	99,3	58,5	53,4	49,9	40,2	464,0
2014	153,3	90,8	60,0	53,7	51,8	36,2	450,0
2017	159,4	107,8	51,3	51,4	62,1	28,4	461,4
2020	135,6	107,0	30,8	32,6	66,9	24,0	402,1



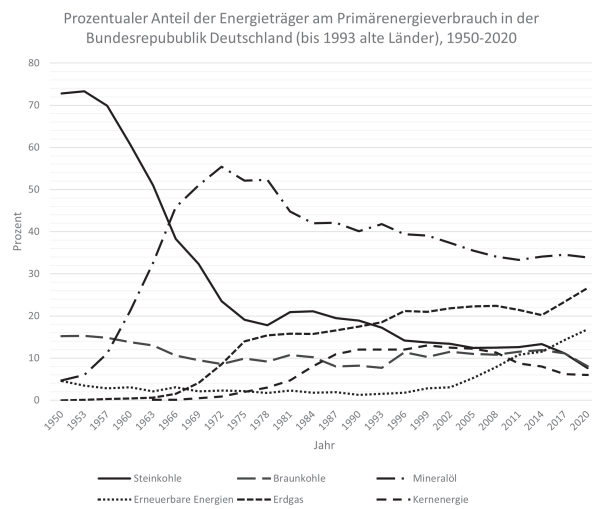
Tab. 6: Prozentualer Anteil der Energieträger am Primärenergieverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland (bis 1993 alte Länder), 1950–2020[32]

Jahr	Mineralöl	Erdgas	Steinkohle	Braunkohle	Erneuerbare Energien	Kernenergie
1950	4,7	0,0	72,8	15,2	4,6	-
1953	6,0	0,1	73,3	15,3	3,5	-
1957	11,1	0,3	69,9	14,8	2,8	-
1960	21,2	0,4	60,7	13,8	3,1	-

31 Wiedervereinigungseffekt.
32 Eigene Berechnung nach Tabelle 5. Alle Werte gerundet.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Jahr	Mineralöl	Erdgas	Steinkohle	Braunkohle	Erneuerbare Energien	Kern-energie
1963	32,6	0,6	51,0	13,0	2,1	0,1
1966	45,8	1,5	38,3	10,6	3,1	0,1
1969	51,0	4,1	32,3	9,5	2,1	0,5
1972	55,4	8,5	23,5	8,6	2,3	0,9
1975	52,1	14,0	19,1	9,9	2,2	2,0
1978	52,3	15,4	17,8	9,2	1,7	3,0
1981	44,8	15,8	20,9	10,7	2,3	4,7
1984	42,0	15,7	21,1	10,2	1,8	8,1
1987	42,1	16,6	19,5	8,0	1,9	10,9
1990	40,1	17,5	18,9	8,2	1,3	12,0
1993	41,8	18,5	17,2	7,7	1,5	12,0
1996	39,4	21,2	14,2	11,4	1,8	12,0
1999	39,1	21,0	13,7	10,3	2,8	13,0
2002	37,3	21,8	13,4	11,5	3,1	12,5
2005	35,5	22,3	12,4	11,0	5,3	12,2
2008	34,1	22,4	12,5	10,8	7,9	11,3
2011	33,3	21,4	12,6	11,5	10,8	8,7
2014	34,1	20,2	13,3	11,9	11,5	8,0
2017	34,5	23,4	11,1	11,1	14,3	6,2
2020	33,9	26,6	7,6	8,1	16,8	6,0



Demgegenüber stand der schnelle Aufstieg des Erdöls von der Bedeutungslosigkeit der frühen 1950er Jahre zum mit Abstand wichtigsten Primärenergieträger. Bis 1960

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

kam es zu einer Versiebenfachung auf 44 Mio. t. SKE. Bereits 1963 hatte sich diese Menge dann fast verdoppelt und bis 1966 auf 122 Mio. t SKE annähernd vervierfacht. Mitte der 1960er Jahre wurde die Steinkohle von ihrer Spitzenposition verdrängt. Den Höhepunkt erreichte der Erdölverbrauch 1978 mit 203 Mio. t. SKE, dem der zeittypische Rückgang um rund 20 % auf etwa 160 Mio. t SKE in 1984 und eine anschließende „Normalisierung" folgten. Nach der Wiedervereinigung sorgte die Umstellung in der DDR dann dafür, dass in 1996 nochmals die Schwelle von 200 Mio. t. SKE nahezu erreicht wurde. Bis in die 2010er Jahre verlor das Erdöl dann nach und nach an Bedeutung, um seit 2005 relativ stabil rund ein Drittel der bundesdeutschen Primärenergieversorgung zu decken. Damit ist es in dieser Hinsicht auf den Stand von 1963 zurückgefallen. Den absoluten Bedeutungshöhepunkt erreichte das Mineralöl 1972 mit einem Anteil von fast 55 %.

Der Rückgang des Steinkohlen- und Ölverbrauchs hängt seit den ausgehenden 1960er Jahren eng mit dem Aufstieg der Konkurrenzenergie Erdgas zusammen. Sein Verbrauch stieg allein zwischen 1969 und 1972 von 13 Mio. t. SKE auf 30 Mio. t SKE, sodass sich der Marktanteil von 4 % auf 8,5 % erhöhte. Die Verdoppelung der abgesetzten Mengen bis 1978 spiegelte sich dann ebenfalls im Marktanteil, der nun bei 15,4 % lag. Das Erdgas profitierte jetzt von der Krise des Mineralöls und verzeichnete auf dessen Kosten weiterhin rasante Verbrauchssteigerungen. Für weitere positive Effekte sorgte die Wiedervereinigung mit den beschriebenen Auswirkungen. 2005 wurde mit 111 Mio. t. SKE eine absoluter Rekordwert verzeichnet und 2021 war der Verbrauch nur wenig geringer. Nachdem der Marktanteil des Erdgases sich seit Mitte der 1990er Jahre auf einem Niveau von rund 21 % eingependelt hatte, kam es in den vergangenen Jahren zu einem weiteren Anstieg und einem Maximum von rund 26 % in 2020. Das Erdgas profitierte hier nicht zuletzt von seiner im Vergleich zu allen anderen fossilen Energieträgern besten Umweltbilanz.

Eine besondere Rolle spielte in der Bundesrepublik Deutschland auch die Kernenergie. Nach ihrem Ausbau in den 1970er Jahren lag ihr Anteil am Gesamtverbrauch Ende des Jahrzehnts bei 4 %, um sich dann bis 1990 auf 12 % zu verdreifachen. Dieser Wert blieb bis zur „Energiewende" der Bundesregierung in 2010 relativ stabil. Mit der zunehmenden Abschaltung von Kernkraftwerken in den vergangenen zehn Jahren halbierte sich die Bedeutung der Kernenergie. Anfang 2023 fielen mit dem Ende dieses Energieversorgungssektors dann auch die letzten 6 % weg. Angesichts der absoluten Dominanz des fossilen Systems blieben die bis in die 1990er Jahren nur durch die Wasserkraft repräsentierten Erneuerbaren Energien lange Zeit eine Randerscheinung. Mit dem Ausbau der Kapazitäten im Bereich der Wind- und Solarenergie gewannen sie zunächst langsam, im letzten Jahrzehnt jedoch immer schneller an Bedeutung. Nachdem 2010 erstmals ein Anteil von etwa 10 % erreicht worden war, erreichten die Erneuerbaren Energien in 2020 annähernd 17 %.

Der bundesdeutsche Primärenergieverbrauch kannte vor diesem Hintergrund lange Zeit nur eine Richtung. (Tab. 5, 6) Schon Anfang der 1950er Jahre wurden die Rekordzahlen aus der Zeit des Nationalsozialismus übertroffen. Das Wirtschaftswunder

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

führte bis 1966 in 15 Jahren zu einer Verdoppelung des Verbrauchs auf 267 Mio. t. SKE. Darauf folgte bis Ende der 1970er ein weiterer Anstieg auf 390 Mio. SKE oder um nochmals 30 %. Dieser Wert blieb in den 1980er Jahren weitgehend unverändert. Die Wiedervereinigung sorgte mit dem Anschluss von weiteren 18 Mio. Verbrauchern für einen Sprung auf die Marke von rund 500 Mio. t SKE. Auch diese Menge blieb zunächst relativ konstant, um dann mit der Wirtschafts- und Finanzkrise ab 2008 um etwa 10 % einzubrechen. Auch bedingt durch die Bemühungen zur Energieeinsparung hielt sich diese Tendenz. Der Rückgang auf 400 Mio. t SKE in 2020 war pandemiebedingt und ist daher als Sonderphänomen ohne besondere Nachhaltigkeit einzustufen.

Interessant erscheint in diesem Kontext vor allem die Entwicklung des Pro-Kopf-Verbrauchs in der Bundesrepublik.[33] Dieser lag 1950 mit 90 GJ in etwa auf dem Stand des späten Kaiserreichs und nahm bis Mitte der 1950er Jahre auf rund 120 GJ zu. Es folgte ein auch durch die Ölkrisen der 1970er Jahre nur kurz ausgebremster systematischer Anstieg auf einen Rekordwert von 200 GJ in 1979. Dieses hohe Niveau blieb zunächst weitgehend erhalten, denn der Durchschnitt der 1980er Jahre lag nur um rund 5 % darunter. Bis 2008 verharrte der Verbrauch schließlich im Bereich zwischen 170 GJ und 180 GJ, um bis 2018 in den Bereich zwischen 160 GJ und 170 GJ zu sinken. 2019 wurde mit 156 GJ erstmals die Marke von 160 GJ unterschritten. 2020 reduzierte sich der Pro-Kopf-Verbrauch analog zum Gesamtverbrauch pandemiebedingt auf 145 GJ. Zwischen 2009 und 2019 war damit ein jährlicher durchschnittlicher Rückgang von gerade 0,4 % zu verzeichnen.

Der Anteil der Bundesrepublik am Weltenergieverbrauch sank vor diesem Hintergrund seit Mitte der 1960er Jahre bis heute systematisch. (Tab. 7) Erreichte die Industrienation hier zu dieser Zeit 6,9 %, waren es zehn Jahre später noch 5,5 %. Nun wirkten sich das wirtschaftliche Wachstum der Schwellenländer und die Zunahme der Weltbevölkerung verstärkt aus. Bis 2000 sank der Wert auf 3,6 %. Aktuell beträgt der Anteil der Bundesrepublik noch etwa 2,1 % mit weiter sinkender Tendenz.

Tab. 7: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs weltweit und in der Bundesrepublik Deutschland 1965–2020 in Exajoule[34]

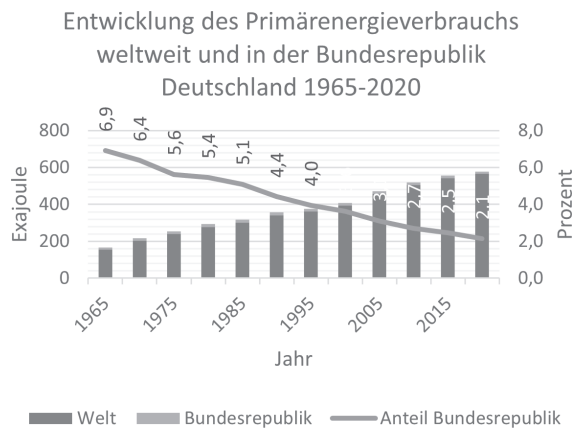
Jahr	Welt	Veränderungsrate (%)	Bundesrepublik	Veränderungsrate (%)	Anteil der Bundesrepublik am Weltverbrauch (%)
1965	155	-	10,7	-	6,9
1970	204	31,6	13,0	21,5	6,4
1975	240	17,6	13,5	3,8	5,6

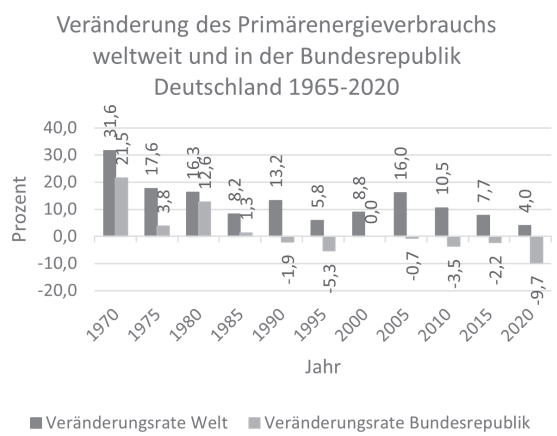
33 BP SRWE 2021. Siehe auch: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Infografiken/Energie/Energiedaten/Internationaler-Energiemarkt/energiedaten-int-energiemarkt-48.html, letzter Aufruf 7.8.2021.

34 Eigene Zusammenstellung und Berechnung nach BP SRWE 2021. Alle Werte gerundet.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Jahr	Welt	Veränderungsrate (%)	Bundesrepublik	Veränderungsrate (%)	Anteil der Bundesrepublik am Weltverbrauch (%)
1980	279	16,3	15,2	12,6	5,4
1985	302	8,2	15,4	1,3	5,1
1990	342	13,2	15,1	-1,9	4,4
1995	362	5,8	14,3	-5,3	4,0
2000	394	8,8	14,3	0,0	3,6
2005	457	16,0	14,2	-0,7	3,1
2010	505	10,5	13,7	-3,5	2,7
2015	544	7,7	13,4	-2,2	2,5
2020	566	4,0	12,1	-9,7	2,1





https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

In der Gesamtbetrachtung ist damit zwar eine stark rückläufige Bedeutung der Bundesrepublik beim weltweiten Primärenergieverbrauch zu konstatieren. Diese ist jedoch auf dessen insgesamt ungebrochenen Wachstumstrend zurückzuführen und nicht auf eine besondere Einsparleistung im Bundesgebiet. Im Gegenteil ist eine seit rund 30 Jahren andauernde Phase einer Stagnation auf hohem Niveau bzw. eines nur langsamen Rückgangs festzustellen, die anfangs vor allem durch den Umbau der DDR-Energiewirtschaft als Sondereffekt getragen wurde und erst in den letzten zehn Jahren eine feste Tendenz erreichte. Betrachtet man die Energieintensität der bundesdeutschen Volkswirtschaft, also das Verhältnis der Entwicklung von Bruttoinlandsprodukt und Primärenergieverbrauch, sind dagegen enorme Effizienzsteigerungen erkennbar. (Grafik 1) Immerhin stieg das Bruttoinlandsprodukt zwischen 1950 und 1989 von 50 Mrd. Euro auf 1,2 Billionen Euro (umgerechnet) und damit um den Faktor 24, während sich der Energieverbrauch sich noch nicht einmal vervierfachte.[35] Zwischen 1992 und 2019 folgte eine Verdoppelung des Bruttoinlandprodukts von rund 1,7 Billionen Euro auf rund 3,4 Billionen Euro bei einem Energieverbrauchsrückgang von etwa 10 %. Die seit dem 19. Jahrhundert gültige Korrelation von Wirtschaftswachstum und wachsendem Energieverbrauch ist damit endgültig aufgehoben, nach dem in den 1980er Jahren bereits erste Ansätze in diese Richtung erkennbar wurden.

Grafik 4: Entwicklung der Energieintensität der deutschen Wirtschaft, 1850–2010 in Megajoule pro 1.000 Geary-Khamis-Dollar von 1990[36]

35 Quelle: Statistisches Jahrbuch der Bundesrepublik Deutschland 2020. Angaben in Euro zu jeweiligen Preisen.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

In Deutschland kam es Ende der 1940er Jahre durch die Wiederinbetriebnahme alter Produktionsstrukturen zunächst zu einem Anstieg der Energieintensität auf Werte der 1920er Jahre. Schon 1950 setzte dann die bis heute ungebrochene Phase eines kontinuierlichen Rückgangs ein. Ausschlaggebend dafür war zunächst die Modernisierung der Produktionsstrukturen während der Wirtschaftswunderjahre. Dieser Prozess setzte sich bis heute unvermindert fort und wurde seit den 1970er Jahren durch Effizienzverbesserungen im privaten Sektor, also im Bereich der Heizung, der Beleuchtung und der Haushaltsgeräte, gestützt. Dazu kam der Wandel der Wirtschaftsstruktur von der Schwerindustrie hin zum Dienstleistungssektor und dies in Kombination mit dem Aufstieg der neuen Energieträger Mineralöl und Erdgas. Dies gilt für alle westlichen Industrienationen und in abgeschwächter Form wohl auch für die sogenannten Schwellen- und Entwicklungsländer.[37] In weltweiter Perspektive ist der Energiehunger allerdings ungestillt, denn das allgemeine Wirtschaftswachstum und die zunehmende Weltbevölkerung überkompensieren den Intensitätsrückgang.

2.3 Energiewenden

Im Jahr 2010 rief die Bundesregierung in Deutschland die sogenannte Energiewende aus. Mit diesem Begriff verbindet sich im allgemeinen Sprachgebrauch eine tiefgreifende Neuorientierung im Bereich der Energieträgernutzung und des Verhältnisses der Energieträger zueinander. Historisch betrachtet ist die Bezeichnung jedoch in gewisser Weise irreführend, impliziert sie einerseits doch eine gewisse Neuartigkeit und andererseits einen radikalen Wandel. Tatsächlich befinden wir uns jedoch nach diesem Ansatz in einer Art Energiewende 4.0, denn in den vergangenen 1.000 Jahren lassen sich mehrere vergleichbare Entwicklungen erkennen. Außerdem sind nicht nur diese, sondern alle vorangegangenen „Energiewenden" nicht durch einen abrupten Umbruch in der Energieträgernutzung gekennzeichnet, sondern durch einen langsamen Übergang und die parallele Existenz älterer und jüngerer Nutzungsformen. Einmal etablierte Verfahren der Energieversorgung wurden nicht einfach ersetzt, sondern liefen nebeneinander weiter. Dies gilt im Übrigen für alle Bereiche der Technik.[38] Inwieweit die aktuelle Energiewende aufgrund ihrer unbedingten Notwendigkeit schneller voranschreiten wird als ihre Vorgänger, wird die Zukunft zeigen. Denn eines unterscheidet sie von allen früheren: Sie ist die erste, die nicht technischen Möglichkeiten bzw. Problemlösungsstrategien und damit verbundenen wirtschaftlichen Motiven folgt, sondern politisch vorangetrieben wird. Wo zuvor die Kräfte des Marktes Veränderungen hervorriefen, sind nun externe Eingriffe erforderlich, die diesen zuwiderlaufen.

---

36 Quelle: Jopp: Produktivität und Rationalisierung, S. 22. Der Geary-Khamis-Dollar oder Internationale Dollar ist eine von der Weltbank berechnete Vergleichswährung. Die Basis bildet der US-Dollar. Umrechnungsfaktor für alle anderen Währungen sind die Kaufkraftparitäten.

37 Kander/Malanima/Warde: Power to the people, S. 348 ff.

38 Ropohl: Systemtheorie der Technik, S. 43.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Seit Beginn des Kohlenzeitalters befinden sich Energiewirtschaft und Energietechnik in einer Pfadabhängigkeit zu fossilen Energieträgern.[39] Unter Pfadabhängigkeit versteht man wirtschafts- und technikhistorisch eine Entwicklung, die sich durch positive Feedback- und Rückkopplungseffekte verstärkt und daher immer eindeutiger in eine Richtung geht. Mögliche Alternativen haben es mit zunehmender Zeit immer schwerer, sich durchzusetzen, und werden durch die Übermacht des Pfades unterdrückt. Ist eine Technologie einmal eingeführt, existiert auch eine umfangreiche industrielle Infrastruktur, die sie einsetzt. Dahinter stehen teilweise umfangreiche Berufszweige mit wissenschaftlichem Hintergrund und eigenen Interessen. Und eingespielte Gewohnheiten von Entwicklern, Produzenten und Nutzern unterstützen sich wechselseitig und blockieren den Wandel, je länger der Technikpfad schon beschritten wurde.[40] Ein schönes Beispiel dafür ist die sogenannte QWERTY-Tastatur[41], die 1868 als funktionstechnische Notwendigkeit für Schreibmaschinen entwickelt wurde, aber auch im Computer-Zeitalter unverändert genutzt wird. Niemand käme auf die Idee, dieses System zu ändern. Im Bereich der Energie sind alle fossilen Energieträger ebenso herausragende Beispiele für solche Pfadabhängigkeiten. Wie oben dargelegt, sind die Beharrungskräfte der alten energiewirtschaftlichen Pfade bis heute unübersehbar und weitgehend ungebrochen. Sie sind etabliert, funktionieren technisch einwandfrei und sind aus betriebswirtschaftlicher Perspektive kostengünstig – allerdings nur ohne Einrechnung der vermeintlich kostenlosen Ressource Natur bzw. Umwelt, deren „Verbrauch" zu den Selbstverständlichkeiten des Systems gehört. Folglich setzen politische Eingriffe bevorzugt in diesem Bereich an. Doch dazu später mehr.

Am Anfang und über Jahrtausende absolut dominierend stand die Muskelkraft.[42] Sie wurde bislang nur am Rande der Statistiken erwähnt, stellt sie doch in gewisser Weise eine Besonderheit dar. Anders als alle anderen genannten Energieformen ist sie das Ergebnis biochemischer Prozesse in lebenden Organismen, die Nahrung in Energie umwandeln. Und gerade hier liegt ihre Endlichkeit, denn Mensch und Tier erschöpfen und sind dann trotz weiterer Energiezufuhr ohne Ruhephasen nicht weiter in der Lage, diese Energie umzusetzen. Dies soll nicht heißen, dass Muskelkraft nicht in der Lage wäre, Höchstleistungen zu vollbringen. Das Gegenteil ist der Fall, wenn zur Erreichung eines Zieles eine entsprechende Anzahl an Lebewesen über einen ausreichend langen Zeitraum gemeinsam tätig wird. Wie sonst hätten die Ägypter bereits 2.500 Jahre vor Christus die Cheops-Pyramiden erbauen können, die Römer vor 2.000 Jahren die Monumente des alten Roms oder die europäischen Reiche des Mittelalters die Kathedralen? Eine Besonderheit ist sicherlich, dass diese Leistungen von Sklaven oder Menschen in anderen Abhängigkeitsformen erbracht wurden. Auch in allen folgenden Energieepochen blieb die Muskelkraft die

39 Umfassend dazu: Wieland: Neue Technik auf alten Pfaden?, S. 22–46.
40 Rammert: Technik – Handeln – Wissen, S. 20.
41 In Deutschland QUERTZ-Tastatur nach der Abfolge der Buchstaben in der oberen Reihe.
42 Siehe hierzu: Bleidick: Muskelkraft.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

wichtigste Energieform. In weltweiter Perspektive gilt dies vielleicht selbst für die vergangenen 200 Jahre. Es gibt durchaus Versuche zur Berechnung dieser Leistung, doch sollen diese hier nicht berücksichtigt werden, erscheinen sie doch mehr als fragwürdig. Es bleibt an dieser Stelle der kurze Verweis, dass die Muskelkraft auch im Industriezeitalter noch als Maßstab für die Leistungseinheit Pferdestärke bzw. PS herangezogen wurde und wird.

2.3.1 Energiewende 1.0

Zur Zeit des Mittelalters kam es vor etwa 1.000 Jahren zur Energiewende 1.0. In den europäischen Reichen und in China wurden zunehmend Mühlen eingesetzt, die die natürliche Energie von Wind und Wasser in nutzbare Kraft umsetzten und diese auf Arbeitsmaschinen übertrugen.[43] Sie waren nichts anderes als Kraftmaschinen und unterscheiden sich in dieser Hinsicht in nichts von entsprechenden heutigen Anlagen, die wir jedoch seit mehr als 100 Jahren als Motor bezeichnen. Auch die grundlegenden technischen Elemente der Mühle wie Achsen, Wellen, Zahnräder und Pleuelstangen finden sich in den modernen Kraftmaschinen wieder. In Kraftwerken treiben sie Generatoren an, sie bewegen Fahrzeuge und Hebeeinrichtungen. Für das Mittelalter war diese Entwicklung revolutionär, denn die neuen Kraftmaschinen waren nicht nur in der Lage, höhere Leistungen als die Muskelkraft zu erzeugen, sondern sie ermüdeten auch nicht. Allerdings waren sie standortabhängig und somit nicht überall einsetzbar und zweitens von einer ausreichenden Energiezufuhr abhängig. Bei Flaute oder Trockenheit standen sie still. Ihr großer Erfolg resultierte dennoch daraus, dass sie langwierige Tätigkeiten beschleunigten, neue Verarbeitungs- und Produktionstechniken ermöglichten und damit insgesamt die menschliche und tierische Arbeitskraft entlasteten und zugleich potenzierten. In dieser Hinsicht entsprach die Energiewende 1.0 der folgenden Version 2.0, der Unterschied lag allein in der Art der verwendeten Energie. Wasser- und Windenergie spielten bis ins 20. Jahrhundert hinein in günstigen Regionen eine nicht zu unterschätzende Rolle innerhalb der Energiewirtschaft, vor allem wenn sie durch den Anschluss eines Generators zur Elektrizitätserzeugung eingesetzt wurden. Die Kleinanlagen wurden dann jedoch in beiden Bereichen spätestens nach dem Zweiten Weltkrieg zugunsten des Strombezugs von öffentlichen Versorgungsunternehmen größtenteils aufgegeben.[44] Die Wasserkraft überdauerte durch den Anfang des Jahrhunderts forcierten Bau von Großtalsperren mit angeschlossenen Kraftwerksanlagen. Im Ruhrgebiet wurde Wasserkraft allerdings nur punktuell genutzt, da die Region zu wenig Wasserläufe mit ausreichendem Gefälle besitzt. An Emscher, Lippe und Ruhr gab es folglich nur

43 Bleidick: Wasserkraft; Bleidick: Windenergie; Reynolds: Stronger than a Hundred Men; Heymann: Geschichte der Windenergienutzung; Bayerl: Wind- und Wasserkraft.

44 Zumbrägel: „Viele wenige machen ein Viel".

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

vergleichsweise wenig solcher Anlagen.[45] Die heute an der Ruhr noch vorhandenen sind mit einer Leistung von insgesamt nur 40 MW im Maßstab kaum nennenswert.

2.3.2 Energiewende 2.0

Mit dem Beginn des Industriezeitalters änderte sich die Situation grundlegend. Wie oben angedeutet, besaß diese Energiewende 2.0 eine ganz besondere Qualität, machte sie doch erstmals in der Geschichte Energie quasi unbegrenzt verfügbar. Daher könnte man diese bis heute andauernde Epoche auch als Energiezeitalter bzw. das fossile Zeitalter bezeichnen. In den vergangenen Jahren hat sich in der Wissenschaft dafür der Begriff des „Anthropozäns" etabliert, als Zeitalter, in dem der Mensch zu einem maßgeblichen und naturverändernden Einflussfaktor auf der Erde aufstieg.[46] Er berücksichtigt neben dem Klimawandel auch Aspekte wie das Artensterben, die Umweltverschmutzung und den Landschaftsverbrauch. Den Ausgangspunkt bildete die Steinkohle, die zunächst in England, bald aber auch in großen Mengen in Deutschland, Belgien und Frankreich sowie den USA gefördert wurde. Erst sie erlaubte in Verbindung mit der zu ihrer Nutzung entwickelten Maschinentechnik die Umsetzung der in ihr enthaltenen Energie nicht nur in Kraft und Wärme, sondern auch in weitere Formen wie Elektrizität und Steinkohlengas. Damit waren erstmals Sekundärenergieträger verfügbar.

Zunächst zu erwähnen ist in diesem Kontext der Ersatz des Holzes als bis dahin wichtigstem Brennstoff durch Steinkohle. Holz kann als der wohl bedeutendste Rohstoff der vorindustriellen Zeit bezeichnet werden. Es diente als Baustoff für Häuser, Schiffe, Wagen. Waffen und einfache Werkzeuge wurden ebenfalls vielfach aus oder mit Holz hergestellt. Als natürlicher Rohstoff war seine Verfügbarkeit jedoch begrenzt.[47] Gerade in frühen Bergbau- und Hüttenregionen stellte es durchgängig eine Mangelware dar. Schon die Römer hatten mit ihrem enormen Holzbedarf weite Teile Italiens und Spaniens entwaldet. Mit der Steinkohle verringerte sich der Holzbedarf zu Heiz- und Brennzwecken und es kam langsam zum Ende des „Hölzernen Zeitalters". Die gesamte moderne Eisen- und Stahlindustrie basiert auf ihrer Verwendung. Hatten ältere Montanregionen wie das Siegerland als wichtigstes westdeutsches Eisenerzgebiet noch ausschließlich auf Holzbasis gearbeitet, wurde Steinkohle für das Ruhrgebiet und andere aufstrebende Industrieregionen zum mit Abstand wichtigsten Standortfaktor.[48] Ihr Einsatz bildete die Grundlage für die rasanten Produktionssteigerungen der Branche.

Die Ära der Sekundärenergieträger begann mit dem Leuchtgas, mit dem in England seit Ende des 18. Jahrhunderts und in Deutschland seit 1826 erstmals Laternen

45 Bleidick: Alte Mühlen, neue Kraftwerke.
46 Siehe dazu: Crutzen u. a.: Anthropozän.
47 Umfassend dazu: Radkau/Schäfer: Holz, S. 53–218.
48 Bleidick: Standortfaktoren.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

betrieben wurden.[49] Steinkohle enthält bis zu 40 % flüchtige Bestandteile, darunter größtenteils Methan. Methangas besitzt die Summenformel CH_4 und ist der meistvertretene Kohlenwasserstoff in der Erdatmosphäre. Es entsteht in großen Mengen durch biochemische Prozesse bei der Zersetzung von Pflanzen und ist daher auch in allen fossilen Energieträgern enthalten. Im methanhaltigen Kohlengas sind weitere Begleitstoffe und Nebenprodukte gelöst. Die wichtigsten sind Teer, Benzol, Ammoniak und Schwefel. Das Gas wurde in Gasanstalten aus der Kohle herausdestilliert, gereinigt und dann in Versorgungsnetze eingespeist.[50] Neben der zunächst vor allem in Residenzstädten eingeführten Beleuchtung zentraler Plätze war die Einführung in Industrie und Gewerbe ein echter Quantensprung. Das Gas ermöglichte die sogenannte „Lichtarbeit" und damit die Entstehung des modernen Fabriksystems, denn es sorgte dafür, dass die Arbeit auch nachts weiterlaufen konnte. Damit veränderte sich die gesamte Produktionsstruktur mit erheblichen gesellschaftlichen und sozialen Auswirkungen. Die Unternehmen wiederum wurden in die Lage versetzt, ihr Anlagekapital besser zu nutzen und den Output ihrer Werke zu vergrößern. Damit beschleunigte das Gaslicht die wirtschaftliche Entwicklung, brachte aber erhebliche Belastungen für Arbeiterinnen und Arbeiter durch verlängerte Arbeitszeiten und die Schichtarbeit.

Eine in ihrer Reichweite erheblich größere Bedeutung besaß die Elektrizität, die nach zaghaften Anfängen in den 1880er Jahren nach der Wende zum 20. Jahrhundert rasch alle Bereiche von Wirtschaft und Gesellschaft eroberte.[51] Sie verdrängte das brandgefährliche und eine große Wärme erzeugende Gaslicht aus den Betrieben und Haushalten und beschränkte dessen Verwendung bald auf die öffentliche und industrielle Beleuchtung. Hatten anfangs Gasmotoren im kleingewerblichen Bereich für eine kostengünstige Antriebskraft gesorgt, war es nun der besser steuerbare und effizientere Elektromotor.[52] Und wie das Gas war Strom eine leitungsgebundene Energieform, die äußerst einfach verteilt werden konnte. Die Gewinnung der Elektrizität erfolgt in weltweiter Perspektive bis heute vorrangig in Kraftwerken. Ausgehend von kleinen Blockkraftwerken mit geringer Leistung, begann Ende des 19. Jahrhunderts der Bau von größeren Anlagen mit hoher Leistung, mit denen größere Regionen zentral versorgt werden konnten.[53] In den Kraftwerken arbeiteten Dampfmaschinen, die Generatoren antrieben.

Die Dampfmaschine selbst wurde von der älteren Technikgeschichte gerne als Ausgangspunkt und Nonplusultra der technischen Entwicklungen des Industriezeitalters beschrieben.[54] Diese Position ist allerdings nur mit starken Abstrichen vertret-

49 Bleidick: Brenn- und Leuchtstoffe.
50 Zur Gaswerkswirtschaft siehe umfassend: Körting: Geschichte der deutschen Gasindustrie.
51 Zur Frühgeschichte siehe: Bohn/Marschall: Technische Entwicklung; Herzig: Wirtschaftsgeschichtliche Aspekte, S. 124–132.
52 Richter: Technik und Industrialisierung, S. 284–290.
53 Zu den frühen Kraftwerken siehe: Reiss/Buschmann: Geschichte der Kohlekraftwerke, S. 8–15.
54 Zeittypisch: Matschoß: Geschichte Dampfmaschine.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

bar. Die Dampfmaschine steht in einer ganzen Reihe von zentralen Erfindungen und Entwicklungen, die sich gegeneinander bedingten und beeinflussten. An dieser Stelle sollen nur ganz allgemein grundlegende Verfahren zur Metallverarbeitung und des Maschinenbaus erwähnt werden, die überhaupt erst die Konstruktion solcher Anlagen erlaubten. 1790 von dem Briten James Watt zur großtechnischen Betriebsreife entwickelt, setzte sich die Dampfmaschine im Verlauf des 19. Jahrhunderts im Bergbau und in allen Industriezweigen als wichtigste Kraftmaschine durch.[55] Wo die entsprechenden Voraussetzungen bestanden, blieben jedoch auch Wasserkraft und Windkraft noch ein wichtiger Faktor. Ihre Anlagen wurden vielfach nicht ersetzt, sondern weiterbetrieben und gegebenenfalls durch Dampfmaschinen ergänzt, sodass sich alte und neue Technikpfade überlagerten. Der Vorteil der Dampfmaschine lag in ihrer Standortunabhängigkeit, im Dauerbetrieb und in ihrer erheblich höheren Leistungsfähigkeit. Viele der modernen Industrieanlagen konnten nur mit ihrer Hilfe betrieben werden. Dies gilt etwa für die Wasserhebung im Bergbau, der nur durch den Dampfmaschinenantrieb in größere Tiefen vorstoßen konnte. Weitere Beispiele sind die Winderzeugung bei Hochöfen oder der Übergang zum industriellen Großbetrieb, in dem die Antriebskraft zentraler Dampfmaschinen durch Transmissionen an zahlreiche Arbeitsplätze übertragen wurde. Das Ruhrgebiet war Ende des 19. Jahrhunderts die Region in Deutschland mit der höchsten installierten Dampfmaschinenleistung.

Schließlich wurde die Steinkohle zur Basis der chemischen Industrie, in der Deutschland mit Unternehmen wie Bayer und BASF in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts zum Weltmarktführer aufstieg. Die aus dem Gas gewonnenen Nebenprodukte konnten zu zahlreichen Grund- und Fertigprodukten verarbeitet werden. Eine besondere Rolle spielte dabei der Steinkohlenteer.[56] Der mit Abstand größte Teil des Gases wurde nun nicht mehr in Gaswerken gewonnen, sondern in den Kokereien der Kohlezechen und damit im Ruhrgebiet. Auch hier wurde Kohle destilliert, jedoch nicht mit dem vordergründigen Ziel der Gaserzeugung, sondern dem der Kokserzeugung. Koks ist auf den Kohlenstoffgehalt reduzierte Steinkohle und nur Koks ließ sich im Hochofen verwenden, denn die Rohkohle war dafür viel zu brüchig und auch durch die enthaltenen Nebenprodukte ungeeignet. Wer schon einmal die Reste aus dem Holzkohlensack auf den Grill geschüttet hat, kennt das Phänomen, dass die Feinkohle das Feuer erstickt.

Die weitere Entwicklung der Kokereitechnologie[57] und eine verbesserte Wärmeökonomie der Montanindustrie, die in den 1920er Jahren verstärkt auf einen Verbundbetrieb setzte, führte zur Freisetzung großer Gasmengen. War das Kokereigas zunächst vor allem zur Beheizung der Koksöfen und anderer Anlagen verwendet

55 Richter/Sonnemann: Technik im Zeitalter der industriellen Revolution, S. 215–224.
56 Osteroth: Soda, Teer und Schwefelsäure, S. 71–106; Nedelmann: Kohlechemie.
57 Umfassend dazu: Farrenkopf: Koks; Ress: Geschichte der Kokereitechnik. Siehe auch Abschnitt 3.1.5 und 3.1.6.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

worden, sorgten nun der durch technische Entwicklungen verringerte Energiebedarf der Eisen- und Stahlindustrie und der Ersatz des Kokereigases durch andere Gasarten für die Möglichkeit einer großflächigen Gasversorgung nach dem Vorbild der Elektrizitätswirtschaft. 1926 begann die Ruhrgas AG mit dem Aufbau eines Leitungsnetzes zur Erschließung weiter Landesteile.[58] Bereits in den 1930er Jahren existierten in Deutschland mehrere Ferngasverbundsysteme. Das mit Abstand bedeutendste ging vom Ruhrgebiet aus und deckte eine Fläche zwischen Hannover und Frankfurt ab.

Dass die Steinkohle sich auch sehr schnell beim Hausbrand durchsetzte, also bei der privaten Wärmeerzeugung, war eine zwangsläufige Entwicklung. Bis in die 1950er Jahre blieb Steinkohle das Maß aller Dinge. Ihr Anteil am Gesamtprimärenergieverbrauch erreichte bis zu 80 %. (vgl. Tab. 6 und 7) Die Steinkohle war jedoch mittlerweile nicht mehr der einzige fossile Energieträger von Bedeutung. Sie hatte seit etwa 1910 Konkurrenz durch die Braunkohle erhalten. Deutschland besitzt nach Russland und Australien die weltweit größten Vorkommen und in keinem Land wurde in historischer Perspektive mehr Braunkohle gefördert als hier.[59] Die Vorkommen liegen im Rheinland[60] sowie im mitteldeutschen Raum. Hier entstanden bald Großkraftwerke, die weite Teile des Landes mit Elektrizität versorgten. In der DDR bildete die Braunkohle schließlich den mit Abstand wichtigsten Primärenergieträger und auch die Basis des Hausbrandes. Das Land lag bis Ende der 1980er Jahre auch unangefochten an der Spitze der Fördernationen. Die Elektrizitätsversorgung der Bundesrepublik basierte in den 1950er Jahren zu rund 98 % auf diesen beiden Kohlenarten.

Wenn man die durch fossile Energieträger geprägte Energiewende 2.0 weiter unterteilen möchte, könnte das Aufkommen der Braunkohle als Energiewende 2.1 bezeichnet werden. Und die Energiewende 2.2 ließ in dieser Perspektive nicht lange auf sich warten. Nach dem Zweiten Weltkrieg begann weltweit das Zeitalter des Erdöls.[61] Die großen Mineralölvorkommen der Welt liegen in den Ländern des Nahen Ostens, in Russland, Venezuela und in den USA. Vor allem hier entwickelte sich bereits in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts eine prosperierende Ölindustrie, die auch Europa versorgte, wo nur vergleichsweise geringe Vorkommen existieren. Auch die Förderung des Nahen Ostens ging zunächst in weiten Teilen nach Europa. In Relation zur dominierenden Steinkohle war das Erdöl jedoch zunächst kaum mehr als ein ergänzender fossiler Energieträger. Dies änderte sich seit den 1950er Jahren, als das Erdöl zunächst in den westlichen Industrienationen und bald auch weltweit die Bedeutung der Kohle reduzierte. (Vgl. Tab 4, 6) Grundsätzlich lassen sich aus Kohle

58 Bleidick: Ruhrgas, S. 56–90.

59 BP SRWE 2020, S. 44; Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hg.): BGR Energiestudie 2019, S. 30.

60 Zu dieser auch für die Entwicklung im Ruhrgebiet bedeutenden Region siehe umfassend: Buschmann/Gilson/Rinn: Braunkohlenbergbau im Rheinland.

61 Zur Entwicklung in Deutschland siehe: Karlsch/Stokes: Faktor Öl, S. 247–378.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

und Mineralöl dieselben Produkte erzeugen. Beide besitzen ähnliche Verwendungszwecke. Der Vorteil des Erdöls liegt allerdings in seinem flüssigen Grundzustand.[62] Es ist aus diesem Grund erheblich einfacher zu fördern, transportieren und verarbeiten. Bis zu den Ölkrisen der 1970er Jahre war es zudem auch aufgrund seiner Herkunft erheblich preisgünstiger als Kohle.[63] Es ist daher wenig verwunderlich, dass sich die Förderung und der Verbrauch mit rasanten Steigerungsraten entwickelten und das Erdöl die Kohle aus vielen Anwendungsbereichen verdrängte. Eine besondere Rolle spielte dabei die Massenmotorisierung in Europa, das seit den 1950er Jahren den Rückstand gegenüber den USA in diesem Bereich aufholte. Das Ruhrgebiet spielte auch beim Aufstieg der Mineralölwirtschaft eine wichtige Rolle und war in den 1950er und 1960er Jahren zwischenzeitlich zum wichtigsten Verarbeitungsstandort Deutschlands mit mehreren Raffinerien aufgestiegen. Auch heute noch nimmt Gelsenkirchen hier eine Spitzenposition ein. Ein weiterer Aspekt ist die seit dieser Zeit ebenfalls regelrecht explodierende Produktion von Kunststoffen, die längst allgegenwärtig und aus unserem Umfeld kaum noch wegzudenken sind.

Folglich kennt die Entwicklung des Welterdölverbrauchs nur eine Richtung. In den vergangenen 50 Jahren hat er sich in etwa verdoppelt. Die Verbrauchskurve zeigt seit Ende des Zweiten Weltkriegs durchgängig nach oben, für einen längeren Zeitraum nur unterbrochen durch die kurze Krise der 1980er Jahre. Bereits Anfang der 1970 Jahre erreichte das Erdöl in der Bundesrepublik einen Anteil von mehr als 50 % an der Primärenergieversorgung. (vgl. Tab. 6) Kohlenarme Länder wie Spanien, Italien, Frankreich, Griechenland und Japan erzielten erheblich höhere Werte, während Dänemark zu annähernd 90 % auf Öl setzte.[64] Dies ging vor allem zulasten der Steinkohle, die zwar ihre absolute Vormachtstellung einbüßte, durch ihre Verwendung in der Elektrizitätswirtschaft und der Eisen- und Stahlindustrie aber weiterhin eine besondere Bedeutung besaß. Der Energiehunger der Welt sorgte schließlich dafür, dass auch die Fördermengen von Kohle in der Gesamtbetrachtung von Jahr zu Jahr weiter anstiegen und 2013 einen neuen Höhepunkt erreichten. Die Gesamtsteigerungsraten überflügelten in den vergangenen 20 Jahren sogar die des Erdöls. Der Niedergang des Steinkohlenbergbaus in Westeuropa ist daher in dieser Hinsicht als absolute Ausnahme zu betrachten.

Erdöl ist jedoch weiterhin und unverändert das Schmiermittel der Weltwirtschaft und wird es vorerst auch bleiben.[65] Wenn der Beginn des Erdölzeitalters als Energiewende 2.2 bezeichnet wurde, dann ließe sich mit einiger Berechtigung, und dies ist vor allem eine Definitionsfrage, der Aufstieg des Erdöls jedoch auch als Energiewende 3.0 ansehen. Dafür spräche das Auftreten eines weiteren fossilen Energieträ-

62 Zeitgenössisch dazu: Ruf: Kleine Technologie des Erdöls.
63 Glässer: Marktmacht und Politik, S. 17–41.
64 The British Petroleum Company Ltd. (Hg.): BP stats 1975, S. 16.
65 Dies prognostizierte der Mineralöl Zentralverband bereits 1952 auch für Deutschland. „Öl ist das Blut der Wirtschaft". Zitiert nach: Mineralöl Zentralverband/Verband Süddeutsche Mineralölwirtschaft (Hg.): Mineralöl-Handbuch, Vorblatt.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

gers, des Erdgases, das den Energiemarkt als zweites Konkurrenzprodukt zur Kohle seit den ausgehenden 1960er Jahren erweiterte und sich ebenfalls in eine solche Rubrik einordnen ließe. Hier soll es weiterhin nach der eingangs des Abschnitts vorgestellten Definition als Teil des fossilen Energiezeitalters bzw. des Anthropozäns angesehen werden. Wie das in der Steinkohle gebundene Gas besteht auch Erdgas größtenteils aus Methan. Der Unterschied besteht darin, dass es in freien Lagerstätten in Verbindung mit dem Erdöl auftritt und ähnlich wie dieses einfach zu fördern ist, da die Lagerstätten unter hohem Druck stehen.[66] Die Hauptproduzenten sind dieselben wie beim Erdöl, jedoch existieren auch unabhängige Lagerstätten, so etwa in den Niederlanden. Außerdem gibt es bedeutende vergemeinschaftete Vorkommen in der Nordsee. Großbritannien und Norwegen stiegen daher seit dieser Zeit mit der Entwicklung einer entsprechenden Offshore-Fördertechnik zu Großproduzenten in beiden Bereichen auf.

Schon erheblich früher, bereits nach der Wende zum 20. Jahrhundert, entwickelte sich in den USA eine bedeutende Erdgasindustrie. Ende der 1950er Jahre wurden dann in den Niederlanden und in Algerien große Vorkommen entdeckt, mit deren Ausbeutung auch in Europa das Erdgaszeitalter begann. Seit Anfang der 1970er Jahre sorgten schließlich Importe aus der Sowjetunion für einen raschen Verbrauchsanstieg in allen westeuropäischen, aber auch osteuropäischen Ländern. Die Sowjetunion verfügt über die weltweit mit Abstand größten Reserven und avancierte schnell zum bedeutendsten Lieferanten der Bundesrepublik. Diesen Status besaß Russland bis Anfang 2022. Erdgas verfügt nicht nur über dieselben Grundbedingungen wie das Erdöl, sondern kann darüber hinaus noch mit weiteren Vorteilen punkten. Neben der weitgehend identischen Fördertechnik liegen diese insbesondere beim Transport. Erdgas war bislang in Europa in der Regel eine komplett leitungsgebundene Energieform und muss auch nicht weiterverarbeitet, sondern nur gereinigt werden. D. h. zwischen Quelle und Verbraucher existieren keine aufwendigen Kosten und Zwischenschritte. Einmal in das Versorgungsnetz eingespeist, läuft es direkt zum Kunden.

Die Bundesrepublik wurde aufgrund ihrer geographischen Lage im Verlauf der 1970er Jahre zur Drehscheibe des europäischen Erdgas-Verbundsystems. Hier treffen sich bis heute die großen Importleitungen, von denen aus das Gas in regionale und lokale Netze eingespeist wird. Erdgas ist eine typische Heizenergie. Hatte in den 1960 er Jahren zunächst die Ölheizung die Kohleheizung verdrängt, war es nun die Gasheizung, die die Bedeutung der Ölheizung verringerte. Gerade im Neubausektor wurde sie schnell zum mit Abstand wichtigsten System. Aber auch im gewerblichen Bereich bzw. im Industriesektor wurden zahlreiche technische Anwendungen auf Erdgas umgestellt, das hier durch seine hohe Reinheit überzeugt. Außerdem ist Erdgas wie das Erdöl ein wichtiger Chemiegrundstoff. Insgesamt besitzt es von allen fossilen Energieträgern die beste Umweltbilanz. Vor diesem Hintergrund gewann das

66 Bleidick: Ruhrgas, S. 242–402.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Erdgas bedeutende Marktanteile auf Kosten des Erdöls, aber auch der Kohle, denn es wird in Kraftwerken auch zur Elektrizitätserzeugung eingesetzt. Seit Mitte der 1990er Jahre deckt es mehr als 20 % des bundesdeutschen Primärenergiebedarfs (vgl. Tab. 6). Andere Staaten verzeichneten eine ähnliche Entwicklung, sodass die Förderkurve des weltweiten Erdgasverbrauchs seit den 1960er Jahren noch stärker nach oben zeigt als die von Kohle und Öl.

2.3.3 Energiewende 3.0

In den 1960er Jahren wurde der Primärenergieträgermix nicht nur durch Erdgas, sondern auch noch durch Uran erweitert. Die auch als Atomenergie oder Nuklearenergie bezeichnete Kernenergie war aus zeitgenössischer Sicht ein Quantensprung, versprach sie doch ein weiteres Mal eine quasi unbegrenzte und dazu noch umweltfreundliche, weil emissionslose Energieversorgung. Befürworter sprachen gar von einem „Wunder", mit dessen Hilfe sich alle Probleme der Welt beseitigen ließen.[67] Energie in Form von Kernenergie galt als Allheilmittel und besitzt diese Zuschreibung vielfach auch heute noch. Dieser Aspekt ist hier ausdrücklich betonen und rechtfertigt in historischer Perspektive durch die intendierte Abkehr von fossilen Energieträgern die Einstufung als Energiewende 3.0. Das Mittel zum Zweck war die Spaltung von Atomkernen eines Uran- oder Plutoniumisotops. Dabei wird nicht nur Energie in Form von Wärme frei, sondern der einmal angelaufene Spaltprozess ist auch selbst erhaltend. Es kommt zu einer Kettenreaktion, die so lange weiterläuft, wie Brennstoff vorhanden ist.

In Wissenschaft und Politik erzeugte die Kernspaltung gar die Hoffnung auf eine Energieerzeugung nach dem Prinzip des Perpetuum mobiles. Die Vorstellungen reichten hier von Brutreaktoren bis hin zu Fusionsreaktoren.[68] In Brutreaktoren entsteht während der Energiegewinnung gleichzeitig weiteres spaltbares Material, das nach entsprechender Aufarbeitung erneut als Brennstoff eingesetzt werden kann. Der Clou daran ist, und daher stammt auch der Name, dass Anlagen dieser Art theoretisch mehr Brennstoff erzeugen als sie selbst verbrauchen. Ihre Leistungsfähigkeit erreicht bis zum 60fachen konventioneller Reaktoren.[69] Aufgrund enormer technischer Schwierigkeiten und extrem hoher Kosten konnten sich Brutreaktoren bislang nicht durchsetzen. In Europa und in den USA wurden alle Versuchsprojekte eingestellt. Es sind jedoch einige wenige Anlagen in Russland und in China in Betrieb.

In Fusionsreaktoren, so der Grundgedanke, verschmelzen Atomkerne, etwa der Wasserstoffisotope Deuterium und Tritium, zu einem neuen Kern. Vorbild sind

67 Symptomatisch für diese Perspektive noch in den 1970er Jahren: Winnacker/Wirtz: Das unverstandene Wunder.

68 Löwenthal/Hausen: Wir werden durch Atome leben.

69 Zur Kerntechnik siehe umfassend: Michaelis/Salander: Handbuch Kernenergie. Zur Branchenentwicklung siehe: Uekötter: Atomare Demokratie.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

hier die thermonuklearen Prozesse in Sternen wie unserer Sonne, wo, wie bereits angedeutet, Wasserstoff unter enormer Energiefreisetzung in Helium verwandelt wird. Auch die Wasserstoffbombe arbeitet nach diesem Prinzip. Die größte ihrer Art, die 1961 von der Sowjetunion gezündete Zar-Bombe, besaß eine Sprengkraft von schätzungsweise rund 60 Megatonnen TNT, also von 60 Millionen Tonnen, und hätte noch mehr erreichen können. Dies entsprach etwa 4.000 Hiroshima Bomben und macht das enorme Potenzial der Kernfusion ebenso deutlich wie die erheblichen technischen Probleme bei der Kontrolle des Prozesses. Bislang ist die Kernfusion über den Labormaßstab nicht hinausgekommen, doch hoffen die Befürworter des Konzeptes auf betriebsfähige Anlagen Mitte bis Ende des 21. Jahrhunderts – ein Zeitrahmen der im Übrigen seit Mitte des 20. Jahrhunderts avisiert wird.

Wie bei konventionellen Kraftwerken wird die bei der Kernspaltung freigesetzte Wärme zur Erzeugung von Dampf genutzt, der über Turbinen Generatoren antreibt. Dass die Kernenergie seinerzeit auch ohne solche Zukunftsvisionen auf Grundlage der vorhandenen Technik eine überschäumende Euphorie erzeugte, liegt an der enormen Energiedichte der Einsatzstoffe. Die Spaltung von einem einzigen Gramm Uran setzt 22 Mio. KW frei. Dies entspricht der Verbrennungsenergie von rund 2,7 t Steinkohle, 8 t Braunkohle oder 2.2 t Erdöl. Es existieren diverse Reaktortypen, von denen hier nur die gängigsten, die Leichtwasserreaktoren und die Druckwasserreaktoren, kurz erwähnt werden sollen.

Die Hochzeit des Reaktorbaus waren die späten 1960er bis 1980er Jahre. In dieser Zeit entstanden weltweit mehr als 400 Anlagen. Einen Bruch in dieser Entwicklung erzeugte erst die Reaktorkatastrophe von Tschernobyl im Frühjahr 1986. 2019 waren rund 440 Reaktorblöcke weltweit in Betrieb und weitere 55 in Planung oder im Bau. Vor allem asiatische Länder setzen weiter unvermindert auf diese Technologie.[70] In der Bundesrepublik waren es einschließlich Forschungsreaktoren ursprünglich 32, die 2021 noch verbliebenen sechs gingen im Rahmen des Atomausstiegs bis Frühjahr 2023 vom Netz. Beschlossen ist der Ausstieg aus der Kernenergie aktuell in weiteren fünf Ländern, in Belgien, der Schweiz, Spanien, Südkorea und Taiwan. Italien, Kasachstan und Litauen haben diesen Prozess mittlerweile beendet. Irland, Kuba, Österreich und die Philippinen haben den Bau von Kernkraftwerken abgebrochen und sind daher erst gar nicht zu Atomstaaten geworden.[71] Zwar ist das lange Wachstum der Branche zwischen den 1960er Jahren und der Jahrtausendwende abgeschlossen, aber die seit dieser Zeit weitgehend immer noch ansteigenden Produktionsziffern sprechen eine eindeutige Sprache. Im Ruhrgebiet kam es auch aufgrund der Konkurrenz der Kohle nur zu einem, schließlich gescheiterten Reaktorprojekt.[72]

70 Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hg.): BGR Energiestudie 2019, Vorwort.
71 IAEA (Hg.). Nuclear Power Reactors in the World 2019.
72 Siehe Abschnitt 3.1.10.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

2.3.4 Energiewende 4.0

Mit der Energiewende 3.0 verfügt die Welt seit den 1960er Jahren über eine Energieversorgungsstruktur, die sich bis heute nur wenig geändert hat. Kohle, Öl, Erdgas und Kernenergie sind unvermindert die mit Abstand bedeutendsten Primärenergieträger und Sekundärenergieträger wie Elektrizität sowie Raffinerieprodukte werden aus ihn erzeugt. Das System ist etabliert und funktioniert technisch reibungslos. Umweltfragen spielten lange Zeit keine Rolle, obwohl die Umweltschädlichkeit der fossilen Energieträger schon seit dem 19. Jahrhundert bekannt ist, aber erst seit den frühen 1960er Jahren auch in zunehmendem Maße beklagt wird.[73] Rauch und Staub und die aus ihnen bei entsprechenden Wetterlagen entstehenden Smogsituationen wurden nun nicht mehr hingenommen. Der rauchende Schornstein vermittelte nicht mehr das Gefühl von Arbeit und Wohlstand, sondern wurde zum Beispiel für die rücksichtslose Ausbeutung der vermeintlich kostenlosen Ressourcen Natur und die damit verbundenen Gesundheitsgefahren. Zunächst war es die lokale und regionale Belastung, die ins Zentrum der Kritik geriet. Als absolutes Negativbeispiel der Bundesrepublik galt das Ruhrgebiet, das der Spiegel 1961 in einer Titelgeschichte gar als „kleines Pompeji" bezeichnete.[74] Zuvor hatte der SPD-Kanzlerkandidat Willy Brandt den „Blauen Himmel über dem Ruhrrevier" zu einem wichtigen Punkt seines Regierungsprogramms erhoben. Seine Rede vor dem Parteitag Ende April 1961 gilt als Ursprung der bundesdeutschen Umweltbewegung.

Gerade in den westlichen Industrienationen haben seither die im Laufe der Zeit verstärkten Bemühungen zur Emissionssenkung und Luftreinhaltung zu einer spürbaren Verbesserung der Situation beigetragen. Dieses Konzept besteht seit den 1960er Jahren und ist über eine entsprechende Gesetzeslage und Rechtsprechung abgesichert. Zu erwähnen sind für die Bundesrepublik etwa die zahlreichen Umweltschutzgesetze und -regelungen wie die Technische Anleitung zur Reinhaltung Luft („TA Luft") von 1964 oder das erstmals 1974 aufgelegte „Bundes-Immissionsschutzgesetz", die seither mehrfach novelliert wurden und hier nur als Beispiele genannt werden sollen.[75] Das Negativbeispiel Ruhrgebiet kann hier durchaus als Impulsgeber betrachtet werden. Durch die immer weitere Verschärfung von Grenzwerten erscheint die Problematik heute mitunter als theoretisch und abstrakt, ist sie doch im Lebensumfeld kaum noch direkt erkennbar. Seit seinen Anfängen in den 1970er Jahren befindet sich der Diskurs um den Umweltschutz im Spannungsfeld von emotionaler Sorge und politisch-wissenschaftlicher Abwägung. Laien treffen auf Experten und lange Zeit bildete das gegenseitige Unverständnis das grundlegende Merkmal des Aushandlungsprozesses.[76] Die öffentliche Meinung war und ist ähnlich gespalten.

73 Umfassend dazu: Uekötter: Von der Rauchplage zur ökologischen Revolution.
74 „Zu blauen Himmeln", in: Der Spiegel 33/1961, S. 22–33.
75 Zum zeitgenössischen Hintergrund siehe: Reil: Technische Anleitung, 1974; Alberding/Herbert: Bundes-Immissionsschutzgesetz, 1974.
76 Siehe hierzu die Beiträge in: Kerner (Hg.): Aufstand der Laien.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Warnungen vor dem Untergang stehen Positionen gegenüber, die willkürliche Einschränkungen der persönlichen Freiheit sowie Gefahren für den Lebensstandard und die wirtschaftliche Entwicklung hervorheben. Über allem kreisen als Oberthemen Fragen der Verantwortlichkeit und der Zuständigkeit.[77]

Ähnliches gilt für die Debatte über die durch den Ausstoß klimaschädlicher Gase hervorgerufene Erderwärmung, die seit rund drei Jahrzehnten im Mittelpunkt der Diskussionen steht und mittlerweile eine drastische Zuspitzung erfahren hat. Zu nennen ist hier in erster Linie das bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe freigesetzte Kohlendioxid bzw. CO_2. Nun erreichte die Gesamtproblematik eine globale Dimension. Als wichtigstes Ziel wurde vor diesem Hintergrund schon früh die Dekarbonisierung der gesamten Energieversorgung ausgerufen. Gemeint ist mit diesem Begriff der Verzicht auf kohlenstoffhaltige fossile Energieträger, also auf Kohle, Öl und Erdgas. Es gilt, die ökologischen Probleme nachhaltig zu reduzieren und möglichst umfassend zu minimieren. Denn wenn die Menschheit das Biotop, wie eingangs dargestellt, in ein Technotop umgewandelt hat, muss nun sämtliches technisches Handeln der Stabilität des Ökosystems größte Aufmerksamkeit schenken.[78] Und es ist zu konstatieren, dass das Beispiel des Umweltschutzes eindeutig zeigt, wie wenig wir die von uns geschaffene Technik eigentlich beherrschen. Folgen der Techniknutzung werden durch den verstärkten Einsatz von Technik bekämpft, dabei kuriert man bislang jedoch eher die Symptome, als die Ursachen wirkungsvoll anzugehen. Es scheint daher umso mehr notwendig, Art und Ausmaß der durch Technik hervorgerufenen Umweltveränderungen zu diagnostizieren, ihren Einfluss auf das ökologische Gleichgewicht zu analysieren, ökologischen Störungen entgegenzuwirken und nur noch die Technik zu nutzen, die solche von vornherein vermeidet.[79]

Die Energiewende 4.0 besitzt vor diesem Hintergrund und im Vergleich zu den älteren Versionen eine völlig neue Qualität. Erstmals in der Geschichte der fossilen Energieträger geht es nicht um die Erweiterung des Systems unter Erhaltung der bestehenden Strukturen, sondern um einen Systembruch durch den vollständigen Umbau der Energiewirtschaft. Zweitens ist der Zeitrahmen eng gesteckt. Die Übergangsphase muss so weit wie möglich verkürzt werden. Und drittens scheinen aus diesem Grund marktwirtschaftlich orientierte Lösungen angesichts der Beharrungskräfte des etablierten Systems mit seinen zahlreichen Pfadabhängigkeiten und Wertschöpfungsketten erstmals möglicherweise ungeeignet zur Lösung der Problematik. Umso mehr ist eine politische Steuerung gefragt, die ihre Lenkungswirkung durch ein breites Spektrum von Aufklärung und Anreizen, aber auch Erschwerungen und Verboten erreicht und dies in weltweiter Kooperation. Ansätze dazu sind schon seit längerem erkennbar, doch wurde im Rückblick seit der Konferenz von Rio 1992,

77 Umfassend zum Thema: Lenk: Umweltverträglichkeit und Menschenzuträglichkeit, insb. S. 13–44, 121–124.

78 Ropohl: Allgemeine Technologie, S. 34.

79 Siehe zur Einführung in die Technikfolgenabschätzung: Decker: Zukünftige Technologien umfassend bewerten.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

wo sich die Welt erstmals auf gemeinsame Umweltschutzanstrengungen einigte, nur wenig erreicht. Erst das Jahr 2015 brachte auf der bis dahin 21. Klimakonferenz in Paris einen gewissen Umschwung. Nun vereinbarten die beteiligten Staaten eine Begrenzung der globalen Erwärmung auf deutlich unter 2 °C, besser 1,5 °C. Die EU-Mitgliedsstaaten verpflichteten sich zur Verringerung ihrer Treibhausgasemissionen bis 2030 um 40 % im Vergleich zu 1990. Mittlerweile wurde eine Einsparung um mindestens 55 % beschlossen, um bis 2050, besser 2045, zur Klimaneutralität zu kommen. Ob dies ausreicht, ist fraglich.

Auch für Deutschland ist im Hinblick auf dieses ambitionierte Ziel für die vergangenen beiden Jahrzehnte insgesamt nur eine unzureichende Entwicklung erkennbar. 1998 wurde das aus dem Jahr 1935 stammende Energiewirtschaftsgesetz geändert. Zu den beiden ursprünglichen Grundzielen Sicherheit und Preisgünstigkeit der Energieversorgung trat als drittes die Umweltverträglichkeit. Im Jahr 2000 verabschiedete die damalige rot-grüne Bundesregierung das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und beschloss den Ausstieg aus der Kernenergie bis 2018, doch betrafen beide Maßnahmen zunächst vorrangig den Elektrizitätssektor. 2010 revidierte die schwarz-gelbe Bundesregierung die Entscheidung zum Atomausstieg und verlängerte die Laufzeiten der Kernkraftwerke bis 2030. Nach dem Reaktorunfall von Fukushima im Frühjahr 2011 folgte die Kehrtwende und als Enddatum wurde nun 2022 festgelegt. Die Revision des Atomausstiegs war zuvor von der allgemeinen Zielsetzung flankiert worden, die Treibhausgasemissionen bis 2050 drastisch zu reduzieren. So gewann die Entwicklung erst mit Fukushima an Dynamik und es wurden nun weitere klare Definitionen und konkrete Ziele der Energiewende festgelegt. Diese bestanden unverändert vor allem aus Maßnahmen zum Ausbau der Erneuerbaren Energien, der Stromnetze und zur Energieeffizienz. Vieles blieb offen und ist bis heute nicht durch entsprechende Werte konkretisiert worden. So fehlten etwa Aussagen zum Verkehr und zur Industrie ebenso wie ein Zeitplan für die Zeit nach 2030. Dies wurde dann auch vom Bundesverfassungsgericht im Frühjahr 2021 moniert.[80] Der im achten, im August 2021 publizierten und bislang letzten Monitoring-Bericht des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) (heute Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz) vorgelegte Fahrplan sieht so aus:

80 https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2021/bvg21-031.html, letzter Aufruf am 16.8.2021.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Tab. 8: Ziele der Energiewende in Deutschland, 2021[81]

Ziele (Referenzjahr)	2020	2030	2050 bzw. 2045
Treibhausgasemissionen (1990)	min. -40 %	min. -55 %	Neutralität
Anteil EE am Bruttoendenergieverbrauch	18 %	30 %	60 %
Anteil EE am Bruttostromverbrauch	min. 35 %	65 %[82]	k. A.[83]
Anteil EE am Wärmeverbrauch	14 %	k. A.	k. A.
Primärenergieverbrauch (2008)	-20 %	-30 %	-50 %
Endenergieproduktivität (2008)	2,1 %/a	2,1 %/a	2,1 %/a
Bruttostromverbrauch (2008)	-10 %	-	-25 %
nicht erneuerbarer Primärenergieverbrauch Gebäude (2008)	k. A.	-55 %	k. A.
Wärmebedarf Gebäude (2008)	-20 %	k. A.	k. A.
Endenergieverbrauch Verkehr (2008)	-10 %	k. A.	-40 %

Der größte Teil der Zielmarken für das Jahr 2020 wurde wohl nicht erreicht, wie das Ministerium im Monitoring-Bericht zur Energiewende einräumte.[84] Allein der Anteil Erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch lag über den angestrebten Werten, während sich etwa die Sektoren Verkehr und Gebäude in 2019 negativ entwickelten und mehr Energie als im Vorjahr verbrauchten. Auch bei der Senkung der Treibhausgasemissionen wurden die Vorgaben verfehlt und 2019 nur rund ein Drittel statt der angestrebten 40 % erreicht. Selbst die pandemiebedingte Sonderentwicklung des Jahres 2020 führte nur zu einer Gesamtreduktion von 39 % und wie erwartet liefen die Werte in 2021 wieder in Richtung derjenigen des Jahres 2019. Das eigene Fazit lautet: „Deutschland muss sich insbesondere bei der Reduktion der Treibhausgasemissionen […] sowie des Primär- und Endenergieverbrauchs anstrengen, um seine Verpflichtungen im Rahmen der 2020-Ziele für die einzelnen EU-Mitgliedstaaten einzuhalten." Dies gilt umso mehr mit Blick auf die Tatsache, dass die Verringerung der Emissionen Anfang der 1990er Jahre um rund 10 % durch den ebenfalls als Sondereffekt zu bezeichnenden Umbau der Energiewirtschaft der DDR zurückzuführen ist, mit der Abschaltung der letzten Kernkraftwerke 11 % der CO_2-freien Stromerzeugung kompensiert werden müssen und der Strombedarf gleichzeitig durch die Verkehrswende steigen wird.

81 Quelle: BMWi (Hg.): 8. Monitoring-Bericht zur Energiewende (August 2021), S. 12.

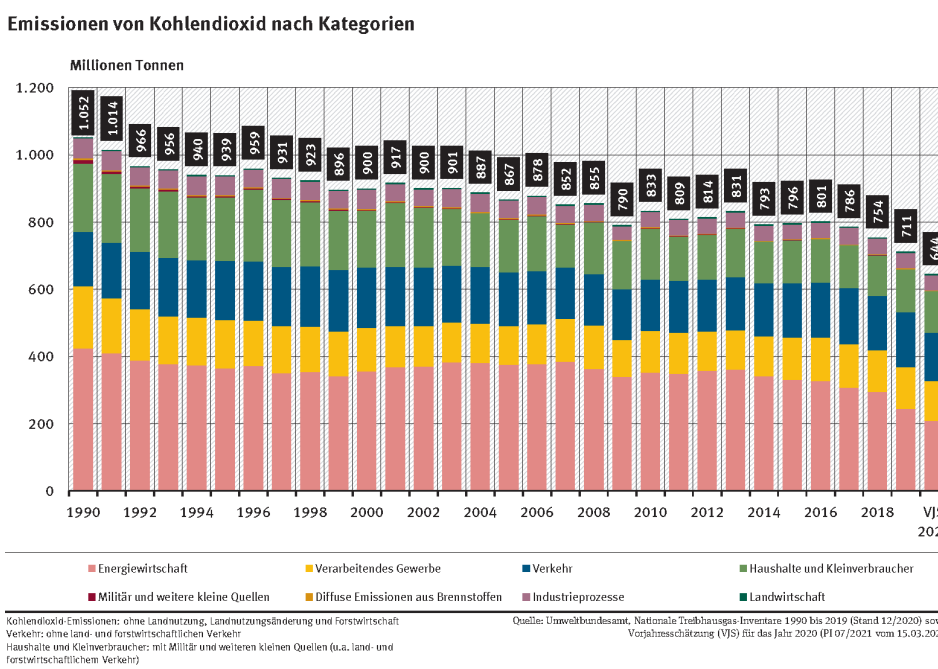
82 Ziel nach Klimaschutzprogramm 2030 und nach EEG 2021. Voraussetzung hierfür ist ein weiterer zielstrebiger, effizienter, netzsynchroner und zunehmend marktorientierter Ausbau der erneuerbaren Energien in den kommenden Jahren. Hierfür ist der weitere Ausbau der Stromnetze zentral.

83 Das EEG 2021 sieht nach dem Gesetzentwurf der Bundesregierung von September 2020 vor, dass vor dem Jahr 2050 der gesamte Strom, der im Bundesgebiet erzeugt oder verbraucht wird, treibhausgasneutral erzeugt wird.

84 BMWi (Hg.): 8. Monitoring-Bericht zur Energiewende (2021), S. 4–6.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Grafik 5: Bundesdeutsche Kohlendioxidemissionen 1990–2020[85]



Kohlendioxid-Emissionen: ohne Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft
Verkehr: ohne land- und forstwirtschaftlichen Verkehr
Haushalte und Kleinverbraucher: mit Militär und weiteren kleinen Quellen (u.a. land- und forstwirtschaftlichem Verkehr)

Quelle: Umweltbundesamt, Nationale Treibhausgas-Inventare 1990 bis 2019 (Stand 12/2020) sowie Vorjahresschätzung (VJS) für das Jahr 2020 (PI 07/2021 vom 15.03.2021)

85 Quelle: https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland/kohlendioxid-emissionen#kohlendioxid-emissionen-im-vergleich-zu-anderen-treibhausgasen, letzter Aufruf 4.9.2021.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

3. Die Energieregion Ruhrgebiet

3.1 Vom Standortfaktor Steinkohle zur Energieverbundlandschaft

3.1.1 Lagerstättenentstehung und Kohlenqualität

Kohle besteht aus Kohlenwasserstoffverbindungen. Die wichtigsten Bestandteile sind neben Kohlenstoff, Sauerstoff, Wassersoff und Stickstoff. Die großen Steinkohlenvorkommen des Ruhrgebiets waren der wichtigste Standortfaktor für seinen Aufstieg zum montanindustriellen Zentrum Deutschlands. Dieser wurde jedoch noch einmal durch die im Vergleich zu anderen Förderrevieren besondere Qualität der Kohle verstärkt, die sich besonders gut zur Erzeugung von Koks eignete, den Haupteinsatzstoff der Stahlindustrie. Doch warum ist das so?[86]

Abb. 2: Steinkohlenwald[87]

Die Steinkohlenlagerstätte des Ruhrgebiets entstand im Erdzeitalter des Oberkarbons vor rund 350 bis 300 Mio. Jahren, als sich in Nordwesteuropa eine weite Ebene mit leichten Erhebungen und Senken bildete, die sich durch Witterungseinflüsse stetig veränderte. Nicht umsonst erhielt dieses Zeitalter den Namen nach der kohlen-

86 Siehe hierzu umfassend: Bleidick: Bergtechnik, S. 358–364.
87 Quelle: Meyers Konversationslexikon, Bd. 18, 6. Aufl. 1907, S. 906.

https://doi.org/10.5771/9783746918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

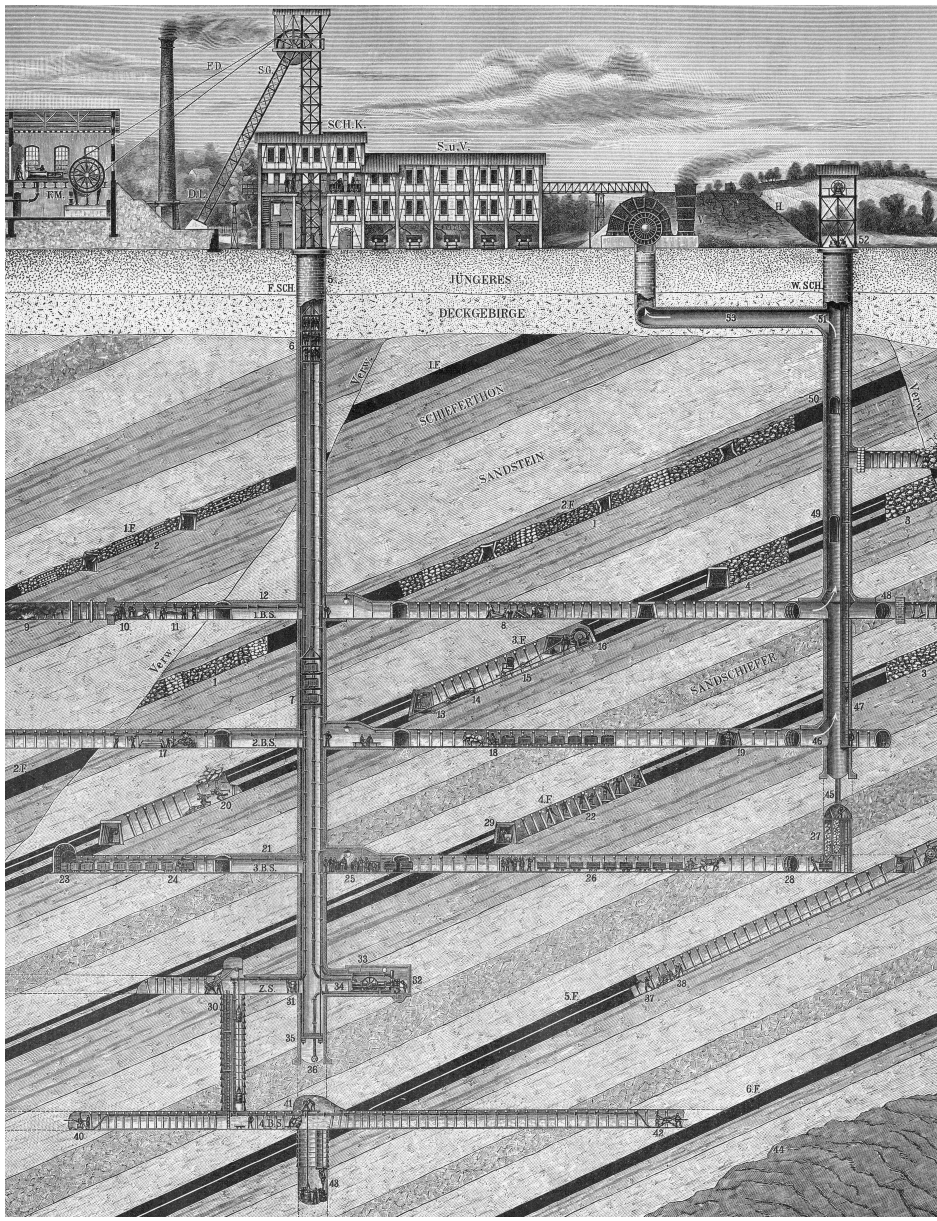
stoffhaltigen Kohle. Die südliche Grenze des Ruhrkohlenbeckens bildet das ältere rheinische Schiefergebirge, westlich und östlich endet es an Querschwellen im Bereich zwischen der niederländischen Grenze und dem westfälischen Beckum. Zahlreiche aus dem Binnenland kommende Bäche und Flüsse durchzogen das Gebiet im Oberkarbon und führten sandige und tonige Sedimente mit, die sich ebenso in der Senke ablagerten wie solche aus nördlich und westlich gelegenen Hochgebieten. Zwischen den vegetationsarmen Ablagerungsflächen bildeten sich in dem vorherrschenden feuchtwarmen und niederschlagsreichen Klima zahlreiche Seen, Sümpfe und Moore. Hier wuchsen mit Schachtelhalmen, Schuppen- und Farnbäumen die charakteristischen Pflanzen des Karbonzeitalters. Stetig wechselnde Wasserstände und aus ihrem Bett tretende Wasserläufe überschwemmten die Gebiete, ließen die Pflanzen- und Tierwelt der Gewässer absterben und beendeten das Moorwachstum durch Überlagerung mit Sedimenten. Zeitweise – zunächst häufiger, mit zunehmender Auffüllung seltener – drang das Meer von der nicht weit entfernten Küste in die Senke, wodurch sich die Fülle von Funden fossiler mariner und nichtmariner Lebewesen und Pflanzen in den Schichten des Karbons erklärt.

Im Laufe der Zeit entstand ein mächtiges Schichtenpaket, das durch den wachsenden Druck allmählich umgeformt und durch Wasserabgabe und chemische Prozesse verfestigt wurde. Lagen die kohleführenden Schichten bei ihrer Entstehung waagegerecht aufeinander, sorgte nun seitlicher Druck für Aufwölbungen. Es bildeten sich wellenförmige Sättel und Mulden. Das Schichtenpaket besteht aus Sand- und Tonsteinen sowie Konglomeraten, die heute das Zwischen- und Nebengestein der Flöze bildet, so die Bezeichnung für die Kohle führenden Schichten. Die Flöze entstanden im Zuge dieses Prozesses vor allem aus dem Torf der Moore durch Inkohlung, bei der sich auch flüchtige Bestandteile entwickelten. Sie sind allerdings nicht gasförmig in der Kohle enthalten, sondern werden erst durch deren Zersetzung bei großer Hitze unter Luftanschluss als Gas oder Dampf freigesetzt. Dies geschieht in der Kokerei.[88] Kokereigas besteht rund zur Hälfte aus Wasserstoff (H_2) und zu etwa einem Viertel aus Methan (CH_4). Dazu kommen bis zu 11 % Sauerstoff (O_2) und bis zu 10 % Kohlenoxid (CO). Diese bilden als wichtigste kommerziell genutzte Verbindungen – die Kohlenwertstoffe – Teer, Ammoniak und Benzol.

88 Siehe Abschnitt 3.1.3.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Abb. 3: Idealtypische Darstellung des Steinkohlengebirges, 1904[89]



89 Quelle: Meyers Konversationslexikon, Bd. 2, 6. Aufl. 1904, S. 662.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Tab. 9: Kohlensorten nach Art und Inkohlungsgrad[90]

Sorte	Anteil flüchtiger Bestandteile (%)
Braunkohle	58–73
Flammkohlen	über 40
Gasflammkohlen	35–40
Gaskohlen	28–35
Fettkohlen	19–28
Esskohlen	14–19
Magerkohlen	10–14
Anthrazit	unter 10

Der Grad der Inkohlung ist abhängig vom Alter der Schichten und bestimmt zugleich die Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten der Kohle. Während sich die jüngeren Gas- und Gasflammkohlen – wie der Name schon sagt – durch einen hohen Anteil an flüchtigen Bestandteilen von bis zu 40 % auszeichnen, sind die älteren Fett-, Ess- und Magerkohlen durch zunehmend verringerte Mengen gekennzeichnet. Von größter Bedeutung für die Eisen- und Stahlindustrie waren die auch als Kokskohlen bezeichneten Fettkohlen mit einem Anteil flüchtiger Bestandteile von 20 bis 25 %. Diese eignen sich besonders gut für die Verarbeitung zu Koks. Die höherflüchtigen Gaskohlen sind dagegen zur Gasgewinnung verwendet worden, während die niedrigflüchtigen Anthrazite und Magerkohlen teils in Rohform, teils als Brikett beim Hausbrand oder zur Befeuerung der Eisenbahn eingesetzt wurden. Die alten gasarmen Kohlen liegen dabei im Allgemeinen in tieferen, die jüngeren gasreichen Kohlen in höheren Schichten. Im Ruhrgebiet sind sie jedoch so gelagert, dass man im Norden auf alle Arten stößt, während am Südrand mit wenigen Ausnahmen alte Magerkohlen anstehen. Das Vorkommen aller Qualitäten im Ruhrgebiet und der große Anteil verkokbarer Fettkohle, die nahezu überall vorhanden ist, sind einzigartig in Deutschland. Die an der Südgrenze in den Tälern der Ruhr zur Tagesoberfläche austretenden Schichten gehören somit zur Magerkohlengruppe, die zwar durch eine große Gesamtmächtigkeit mit vielen Flözen, aber gleichzeitig durch eine geringe Ausdehnung des einzelnen Flözes mit entsprechend herabgesetzter Abbauwürdigkeit charakterisiert ist. Schon früh lohnte es sich nicht mehr, diese Kohlen zu gewinnen und so schlossen hier zahlreiche Zechen bereits kurz nach der Jahrhundertwende bzw. in den 1920er Jahren. In Witten etwa endete der industrielle Steinkohlenbergbau so schon 1924.

In den auf das Karbon folgenden Erdzeitaltern unterlag das Kohlengebirge vielfältigen Erosionserscheinungen, die die Oberfläche des vormals unebenen Gebietes glätteten und eine Ebene mit nur geringem nördlichem Gefälle entstehen ließen. Im Verlauf der Oberkreidezeit, der durch das Ausstreben der Dinosaurier an ihrem Ende vor etwa 65 Mio. Jahren heute wohl bekanntesten Ära der Erdgeschichte, drang

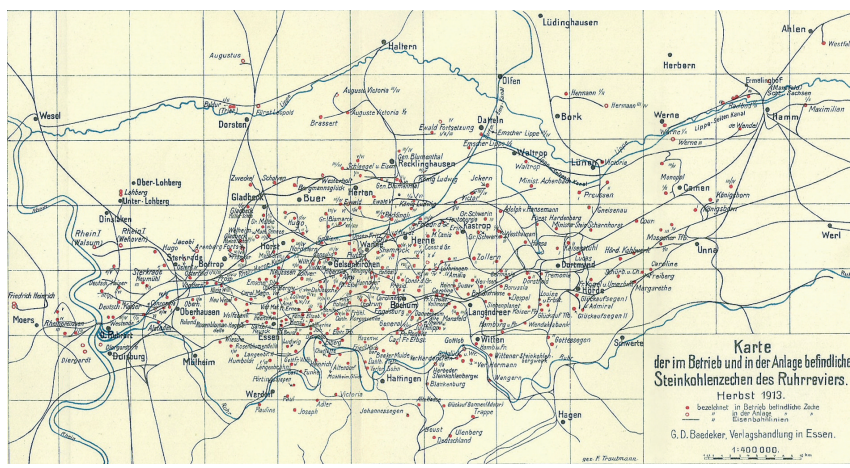
90 Eigene Zusammenstellung nach: Wirtschaftsvereinigung Bergbau (Hg.): Das Bergbau-Handbuch, S. 127, 165.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

aus nördlicher Richtung das Kreidemeer in diese Ebene und lagerte Sande, Mergel, Kalke und Tone ab, die das heute bekannte Deckgebirge bildeten. Die flözführenden Schichten des Karbons fallen mit einem gewissen Neigungswinkel in Richtung Norden ein. Folglich wächst die Mächtigkeit des Deckgebirges nach Norden hin, erreicht in Bochum etwa 50 Meter, in Recklinghausen schon 300 Meter, auf Höhe Halterns schließlich 500 Meter und in Norddeutschland mehrere Kilometer. Die ursprüngliche Grenze der Ablagerungen markiert heute das Auslaufen des Deckgebirges südlich der Städte Dortmund, Bochum und Essen im Bereich der Ruhr. In diesem Gebiet zwischen Hagen und Sprockhövel liegt das Karbon sehr nah an der Oberfläche und bot so seinen Bewohnern bereits im ausgehenden Mittelalter und der frühen Neuzeit Gelegenheit zur Kohlengräberei.

Einige Kilometer weiter südlich beginnt das sogenannte Flözleere, wo keinerlei Kohle ansteht. Nördlich davon liegt das in den 1920er Jahren bis in den Lipperaum hinein durch den Bergbau erschlossene maximale Fördergebiet. Zu dieser Zeit waren Kohlen jedoch schon in weiteren Regionen bis nach Münster hinauf nachgewiesen. Dass die „Wiege des Ruhrbergbaus" an der Ruhr geographisch betrachtet nicht sein „Sterbebett" werden konnte, hängt dabei ursächlich mit dem beschriebenen Verlauf und der Qualität der kohleführenden Schichten zusammen, die den Ruhrbergbau zur sogenannten Nordwanderung zwangen. Dies bedeutet, dass er im Laufe der Jahrzehnte von der Ruhr immer weiter nach Norden vorrückte, um hier die großen Vorkommen von guter Qualität zu erschließen. Bereits in den 1840er Jahren stieß er in den Bereich der Hellwegstädte vor, erreichte in den 1860er Jahren die Emscher und vor dem Ersten Weltkrieg auch den Lipperaum. Vor allem im östlichen Ruhrgebiet hatten die Zechen die Grenze zu diesem Zeitpunkt bereits überschritten.

Abb. 4: Die Lage der Steinkohlenzechen des Ruhrgebiets 1913[91]



91 Quelle: Baedeker, Alfred: Jahrbuch für den Oberbergamtsbezirk Dortmund 1913.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

3.1.2 Standortfaktoren

Was sind nun die Gründe für den Aufstieg des Ruhrgebiets zur Energieregion?[92] Die Wahl des Standorts gehört zu den grundlegenden unternehmerischen Entscheidungen, da sie maßgeblich die Organisation des Unternehmens und dessen Erfolg bestimmt. Sie erfolgt nach verschiedenen volks- und betriebswirtschaftlichen Kriterien, den Standortfaktoren.[93] Dazu gehören als sogenannte harte Standortfaktoren die Verfügbarkeit von Flächen für die Betriebsanlagen, die Ressourcenverfügbarkeit als Grundlage der laufenden Produktion, die Infrastruktur bzw. Verkehrsanbindung zum Transport von Rohstoffen und Fertigprodukten, der Arbeitsmarkt, die Kapitalversorgung sowie die Entfernung und Intensität von Absatzmärkten und Konkurrenz. Die Voraussetzung bilden eine ausreichende Kapitalversorgung sowie entsprechende politische Rahmenbedingungen. Zu erwähnen sind weiterhin Aspekte wie die Wirtschaftsordnung, Steuern, Abgaben und Subventionen sowie nicht zuletzt technologische Faktoren. Das unternehmerische Ziel liegt immer darin, die Kostenvorteile eines Erzeugungsortes gegenüber einem anderen abzuwägen und eine möglichst große Differenz zwischen standortbedingten Erträgen und Aufwendungen zu erreichen, also einen für den entsprechenden Produktionsschwerpunkt optimalen Standort zu wählen. Es geht um die Kostenvorteile eines Erzeugungsortes gegenüber einem anderen. Ein idealer Standort mit ausschließlich positiven Standortfaktoren ist dabei allein aufgrund deren Heterogenität kaum denkbar. Darüber hinaus bleiben Standortfaktoren nicht stabil, sondern unterliegen einem stetigen Wandel, sodass sich die Gründe einer Ansiedlungsentscheidung im Laufe der Zeit auch abschwächen oder gar wegfallen können. Bei einem entsprechend negativen Potenzial ist dann die Neuorganisation, Verlagerung oder Aufgabe des Betriebes notwendig.

Vor diesem Hintergrund können als wichtigste standortbestimmende Merkmale eines Unternehmens die Rohstofforientierung, die Verkehrsorientierung, die Absatzorientierung, die Arbeitsorientierung und die Abgabenorientierung angesehen werden. Diese beeinflussen den Standort in unterschiedlicher Gewichtung, jedoch immer in Kombination miteinander. Sind einzelne oder mehrere Standortfaktoren regional besonders ausgeprägt, besitzen sie eine erhebliche Anziehungskraft und es kommt zu einer Zusammenballung (Agglomeration) von Unternehmen gleicher Tätigkeit. Es entsteht eine wirtschaftliche Monostruktur mit elementaren Stärken und einer überregionalen Ausstrahlung, solange die ausschlaggebenden Merkmale wirken, und ebensolchen Problemen, sobald sich die standortbildenden Faktoren abschwächen. Das Ruhrgebiet ist ein typisches Beispiel für eine solche Entwicklung.

Für die betriebswirtschaftliche Standorttheorie lässt sich dies in starker Vereinfachung folgendermaßen zusammenfassen: Bei der Wahl des Produktionsstandortes bestehen theoretisch drei Möglichkeiten: erstens beim wichtigsten Rohstofflager, zweitens beim Absatzmarkt und drittens dazwischen. Die Standortentscheidung

92 Hierzu umfassend: Bleidick: Standortfaktoren.
93 Steiner: Konstitutive Entscheidungen, S. 61–74.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

erfolgt nun anhand einer Gegenüberstellung der Materialeinsatzkosten, der Transportkosten und der Arbeitskosten sowie unter Berücksichtigung von Agglomerationswirkungen. Materialkosten und Transportkosten lassen sich zusammenfassen, da ein Produktionsort, an dem ein zentrales Verbrauchsmaterial nicht direkt verfügbar ist, in diesem Bereich einen grundsätzlichen Transportkostenaufwand bzw. -nachteil besitzt. Materialkostenunterschiede sind in diesem Sinne als Transportkosten anzusehen, die sich vor allem über die Werte „Gewicht" und „Entfernung" als Funktionen darstellen lassen. Zu unterscheiden ist weiterhin zwischen Materialien, die größtenteils oder im vollen Gewicht in das Endprodukt eingehen, und den sogenannten Gewichtsverlustmaterialien, bei denen das nur im gewissen Umfang oder überhaupt nicht erfolgt. Je höher nun der Gewichtsverlust eines Materials bei der Verarbeitung zum Endprodukt ist, desto mehr tendiert ein Produktionsstandort zum Standort dieses Einsatzmaterials, da hier der sogenannte Transportkostenminimalpunkt liegt. Dies gilt ebenso für Rohstoffe mit großen Volumina und solche, die transportempfindlich sind.

Im Umkehrschluss lässt sich diese Regel auch für entsprechende Fertigprodukte anlegen, deren Produktionsort sich in diesem Fall in Richtung Absatzmarkt verschiebt. Arbeitskosten orientieren sich an den Transportkosten und werden erst dann zu einem signifikanten Faktor, wenn Einsparungen in diesem Bereich Mehrausgaben in dem anderen übersteigen. Dies natürlich nur unter der Voraussetzung, dass an einem Standort überhaupt ausreichend Arbeitskräfte verfügbar sind. Ähnliches gilt für Agglomerationswirkungen, die ebenfalls nur dann ausschlaggebend für eine Standortentscheidung sind, wenn ihre Kosteneffekte höher als die des Transports sind.

Rohstofforientierte Industrien entwickelten sich mit dem Aufkommen des Massentransportmittels Eisenbahn seit dem 19. Jahrhundert meist nach diesem Muster und weisen z. T. bis heute eine hohe Standortnähe zu den Beschaffungsorten auf. Dies gilt sowohl für zahlreiche Bereiche der Nahrungsmittel- und Holzindustrie als auch insbesondere für alle verarbeitenden Bereiche bergbaulich gewonnener Rohstoffe wie die Elektrizitätserzeugung durch konventionelle Kraftwerke, die Steine- und Erdenindustrie, die Zementindustrie und die Eisen- und Stahlindustrie. Deren Anlagen entstanden aufgrund der hohen Verbrauchsmengen und Gewichte ihrer Einsatzstoffe auf den Rohstofflagern, also entweder auf der Brennstoffseite oder auf der Rohstoffseite.[94]

Vor diesem Hintergrund lässt sich die Frage nach den Gründen für die Entstehung und Entwicklung des Ruhrgebiets zur größten montanindustriellen Region Europas in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts scheinbar leicht beantworten. Das standortprägende Merkmal bildeten die großen Steinkohlenvorkommen als Grundlage

94 Zur Perspektive des Ruhrgebiets siehe: Kleinholz: Standortsproblem; Jacobs: Standortsprobleme, S. 1–21; Klag: Standortverschiebungen, S. 53–88; Klag: Standortbedingungen; Bohrer: Standortsprobleme, S. 89–107.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

der äußerst energieintensiven Eisen- und Stahlindustrie, die angesichts einer noch wenig entwickelten Wärmeökonomie in den 1850er Jahren bis zu zehn Tonnen Kohle pro Tonne Endprodukt benötigte. Ein zweiter Blick verdeutlicht jedoch, dass die Verwendung des Brennstoffs Steinkohle nicht allein das Ergebnis ihrer prinzipiellen Verfügbarkeit, sondern auch ihrer hüttentechnischen Verwendbarkeit in allen Produktionsbereichen war.[95] Solche technischen Aspekte beeinflussten maßgeblich die Entstehung des industriellen Führungssektorkomplexes mit seinen starken Synergien zwischen Eisenbahnen, Bergbau und Montanindustrie. Enge gegenseitige Wechselbeziehungen bestanden außerdem zum Maschinenbau. Bis in die 1970er Jahre blieb diese Standortprägung im Ruhrgebiet unverändert. Das Ruhrgebiet war eine Kohlenregion und der Rohstoff Steinkohle überstrahlte alle anderen Standortfaktoren. Mit der Bedeutung der einheimischen Kohle für die Energieversorgung sank dann auch der Stern der Region. Kohle wurde zwar weiterhin in großen Mengen etwa zur Stromerzeugung gebraucht, doch konnte das Ruhrgebiet nun nicht mehr mit dem Weltmarkt konkurrieren. Hatten zunächst Mineralöl und Erdgas für schwindende Marktanteile gesorgt, kamen nun die Kohlenpreise hinzu. Diese lagen für Ruhrkohle jetzt dauerhaft und erheblich unter den Preisen für Importkohle.[96]

3.1.3 Technik und Energieverbundwirtschaft in der Stahlindustrie

Ein Blick auf die Eisenhüttentechnik Mitte des 19. Jahrhunderts verdeutlicht die Zusammenhänge. Die Stahlerzeugung umfasste zwei Produktionsstufen. In der ersten Stufe wurde im Hochofen Roheisen erschmolzen. Als Ausgangsstoffe dienten Erze mit einem Eisengehalt zwischen 30 und 60 %, Holzkohle oder Steinkohlenkoks sowie als Zuschlagstoff meist Kalkstein.[97] Dieser unterstützt den Schmelzprozess der sonstigen Bestandteile der Erze und ermöglicht deren Abführung in Form von Schlacke. Eine Mischung dieser Einsatzstoffe, der sogenannten Möller, wurde am oberen Ende des Hochofens eingefüllt, durchlief diesen und wurde am unteren Ende unter Abtrennung der Schlacke als Roheisen abgestochen. Ein weiteres Produkt war das während des Hochofenprozesses entstehende Gichtgas, ein Schwachgas, das seit den 1860er Jahren zu Heizzwecken verwendet wurde. Reine Steinkohle konnte im Hochofenprozess nicht verwendet werden, da sie die Anlagen verstopfte und zudem chemisch unerwünschte Stoffe wie Schwefel enthält, der sich negativ auf

95 Siehe hierzu Abschnitt 3.1.4.

96 Gesamtverband: Jahresbericht 1985/86, S. 53. Die Differenz zwischen den Preisen der Ruhrkohle AG und den Importpreisen war ein wohlgehütetes Geheimnis. So wies die Statistik der Kohlenwirtschaft (Zahlen zur Kohlenwirtschaft, Jahresberichte) zwar die Importpreise aus, aber nicht die Ruhrkohlenpreise.

97 Siehe umfassend: Verein deutscher Eisenhüttenleute (Hg.): Gemeinfaßliche Darstellung des Eisenhüttenwesens; Beratungsstelle für Stahlverwendung/Verein Deutscher Eisenhüttenleute (Hg.): Stahlfibel.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

die Festigkeitseigenschaften des Roheisens auswirkt. Die Destillation von Kohle im Kokereiprozess beseitigte diese Nachteile. Obwohl in Schlesien und an der Saar bereits in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts vereinzelt Kokshochöfen zum Einsatz kamen, gelang dies im Ruhrgebiet erst ab 1849.[98] Nun waren die technischen Probleme, etwa im Bereich der Luftzufuhr, gelöst und es standen ausreichend verkokbare Steinkohlensorten zur Verfügung. Während im Ruhrgebiet Mitte der 1850er Jahre bereits 90 % des Roheisens auf diesem Weg produziert wurde, spielte der traditionelle Holzkohlenhochofen in holzreichen Regionen wie dem Siegerland noch erheblich länger eine größere Rolle. Mitunter wurden auch beide Kohlenarten gemischt.[99]

Das aus dem Hochofen kommende Roheisen war aufgrund seines hohen Kohlenstoffgehaltes nicht schmiedbar, sondern sehr spröde und konnte ohne weitere Bearbeitung nur als Gusseisen verwendet werden. Zur Herstellung von Schmiedeeisen, für das sich erst seit dem letzten Viertel des 19. Jahrhunderts der Begriff Stahl durchsetzte, war daher ein zweiter Verarbeitungsschritt notwendig. Die Absenkung des Kohlenstoffgehaltes auf 2 bis 4 % erfolgte durch das sogenannte Frischen, einen Oxidationsprozess, bei dem neben dem Kohlenstoff auch weitere Begleitstoffe wie Silizium, Mangan und Phosphor aus dem Eisen quasi herausgebrannt wurden. Traditionell erfolgte dies durch wiederholtes Einschmelzen des Roheisens im Frischfeuer mit Holzkohle, wobei das Metall durch einen Gebläsestrom hindurchtropfte und dabei umfassend mit dem Luftsauerstoff in Berührung kam. Seit den 1820er Jahren verbreitete sich in Deutschland langsam das bereits vier Jahrzehnte zuvor in England entwickelte Flammofenfrischen oder Puddelverfahren, das den Einsatz von Steinkohle ermöglichte.[100] Im Puddelofen wurde eine Roheisenmenge eingeschmolzen und äußerst arbeitsaufwendig durch ständiges Umrühren von Hand gefrischt. Die durch die Verringerung des Kohlenstoffgehaltes nun zähflüssige Masse musste zur Erzielung einer gleichmäßigen Qualität noch weiter durchgearbeitet und umgefaltet werden. Das Puddeln erlaubte gegenüber dem traditionellen Herdfrischen eine erhebliche Produktivitätssteigerung und damit einen Blick auf die Potenziale der kommenden Massenstahlverfahren. Die chemischen und physikalischen Hintergründe der Verarbeitungsprozesse blieben dabei im gesamten 19. Jahrhundert noch weitgehend unbekannt. Sie wurden erst im 20. Jahrhundert nach und nach wissenschaftlich geklärt. Die erfolgreiche Implementierung und Nutzung neuer Verfahrenstechniken basierte in dieser frühen Phase in der Regel auf langjährigen Versuchen und den dabei gewonnenen Erfahrungen. Den aktuellen Prozessstatus und die Produktqualität signalisierten nicht wissenschaftliche Analysen, sondern vielfach visuelle Eindrücke wie Form, Farbe und Aussehen von Flammen, Schlacken und Oberflächen sowie Verarbeitungsproben.

Auf die Roheisen- und Stahlerzeugung folgte die Weiterverarbeitung zu Stabeisen, Halbzeugen und Endprodukten in Gießereien, Hammerwerken, Schmieden und

98 Rasch: Frühe Hochöfen im späteren Ruhrgebiet.
99 Feldenkirchen: Standortfaktoren, S. 22.
100 Siehe hierzu umfassend: Paulinyi: Das Puddeln.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Walzwerken, hier vielfach unter erneuter Erhitzung mit entsprechendem Kohlenbedarf. Die Anwendung großtechnischer Maschinensysteme war im Montansektor von elementarer Bedeutung für die Einführung der industriellen Massenerzeugung in großen, zentralisierten Produktionsstätten mit organisierter Arbeitsteilung. Eine wichtige Funktion in diesem Kontext besaß, wie oben dargestellt, die Dampfmaschine. Sie war in mehrfacher Hinsicht von erheblicher Relevanz. Zunächst erlaubte sie die Installation von Gebläsemaschinen, die den Hochöfen ausreichende Luftmengen zuführten. Gleichzeitig bildete sie die Grundvoraussetzung für den Betrieb von Walzanlagen, den ersten wirklichen Arbeitsmaschinen in der Branche. Ohne diese neue Weiterverarbeitungstechnik wäre das Leistungspotenzial des Puddelverfahrens nicht nutzbar gewesen. Dazu sorgte der hohe Brennstoffverbrauch der Dampfmaschinen für einen weiteren Bedeutungszuwachs der Steinkohle als Standortfaktor.

Warum kam es im Ruhrgebiet erst in den 1850er Jahren zu einer stärkeren montanindustriellen Konzentration, obwohl die grundlegenden technischen Verfahren und auch die Anlagen bereits verfügbar waren? Immerhin arbeitete die traditionelle Eisenerzeugung auf den Erzlagerstätten seit Jahrhunderten mit ihnen. Diese verteilte sich bis dahin in Deutschland punktuell an zahlreichen Standorten auf den Erzlagerstätten. Hüttenwerke existierten in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts u. a. in Bayern, Württemberg, Baden, Sachsen, Hessen, Braunschweig, Thüringen und im Hannoverschen. Der Schwerpunkt lag hier in den süddeutschen Regionen. Dazu kamen die preußischen Landesteile Schlesien, Westfalen und Rheinland. Die westlichen Zentren lagen in der Eifel, an der Mosel, an der Saar und im Hunsrück sowie – alles überragend – im Siegerland, wo zwischenzeitlich mehr als 80 % des preußischen Roheisens erzeugt wurde.[101]

Auch im gesamtdeutschen Maßstab war das Siegerland die mit großem Abstand führende Erzeugungsregion. Den Ausschlag gaben in allen Fällen die Erzlagerstätten, da Holz prinzipiell überall in der Nähe verfügbar war und die Transportkosten für dieses Gewichtsverlustmaterial damit nur eine geringe Rolle spielten. Die vielfach bekundeten Fälle von regionalem Holzmangel führten dagegen nicht zu einer Verlagerung der Erzeugungsstätten, sondern zur Betriebsreduzierung oder Betriebseinstellung. Im Siegerland sorgte eine ausgeklügelte Haubergswirtschaft, die die Waldnutzung mit umfassenden Kultivierungsmaßnahmen verband, für eine ausreichende Brennstoffversorgung, doch führte die limitierte Holzbasis schon früh zu einer Regulierung der Produktion.

Die Problematik der Eisenindustrie bestand in der Überführung der traditionellen, holzkohlenbasierten Verfahren auf den Steinkohlenbetrieb. Mit dem Puddelverfahren war das bereits für die zweite Verarbeitungsstufe gelungen, doch konnten dessen Leistungspotenziale nicht ohne eine entsprechende Roheisenerzeugung zur Entfaltung kommen. Der endgültige Durchbruch zum Kokshochofen gelang im Ruhrgebiet aber erst nach Überwindung zahlreicher technischer Schwierigkeiten

101 Fremdling: Standorte und Entwicklung der Eisenindustrie, S. 300–306.

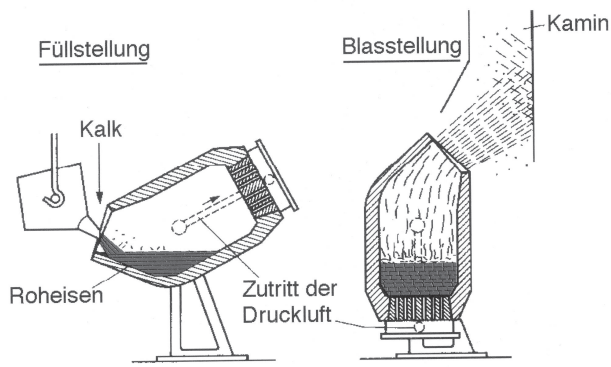
https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

vor allem im Bereich der Winderhitzung. Damit war dieser Flaschenhals in der Prozesskette beseitigt.[102]

Zusammenfassend ist daher festzustellen, dass der Entwicklungsschub der deutschen Eisen- und Stahlindustrie in der Industriellen Revolution in einer Kombination neuer Maschinen und Verfahrenstechniken sowie einer Substitution des Brennstoffs Holzkohle durch die Steinkohle bestand. Und gerade dieser letzte Aspekt war das wohl qualitativ wichtigste Resultat dieser Epoche, denn die ausreichende energetische Grundlage bot die wichtigste Voraussetzung für die Ausdehnung der Produktion und deren Zentralisierung in Steinkohlenrevieren. Das Erz wanderte nun zur Kohle, sodass der Faktor Steinkohle bei allen Unternehmensgründungen als maßgeblich für die Standortwahl einzustufen ist. Dem hatten die Standorte der holzkohlenbasierten, vorindustriellen Eisenerzeugung meist nur wenig entgegenzusetzen.

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts verzeichnete die Eisen- und Stahlindustrie schließlich eine enorme technische Entwicklung, die vor allem durch neue Produktionsmethoden beim Stahl geprägt war. 1856 entwickelte der Brite Henry Bessemer ein Stahlerzeugungsverfahren, das in seiner Leistungsfähigkeit dem Hochofenprozess ebenbürtig war. Es begann das Zeitalter der Massenstahlerzeugung. Beim Bessemer-Verfahren wurde das flüssige Roheisen in einen Konverter eingebracht und dann durch das Einpressen bzw. Durchblasen von Luft gefrischt und in Stahl konvertiert. So konnte der Prozess von mehreren Stunden auf rund 20 Minuten reduziert werden, während zugleich die Durchsatzleistung stark anstieg.[103]

Abb. 5: Das Konverterprinzip[104]



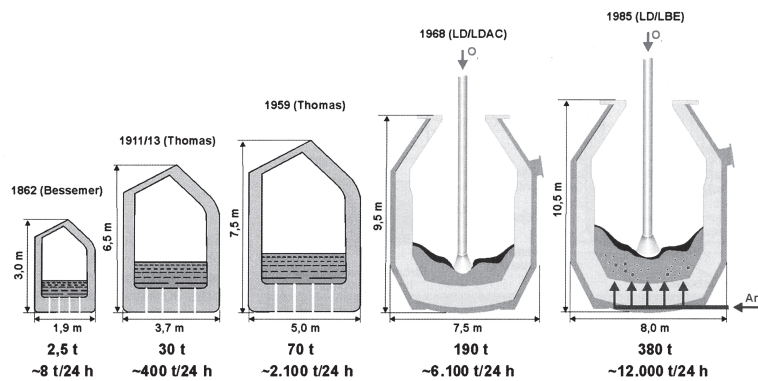
Auch das Ende der 1870er Jahre aufgekommene Thomas-Verfahren funktionierte nach demselben Prinzip. Zwischenzeitlich hatte zudem der Herd- bzw. Flammofen

102 Rasch: Frühe Hochöfen im späteren Ruhrgebiet.
103 Zu den Verfahren siehe: VDEh (Hg.): Stahlfibel; VDEh (Hg.): Gemeinfassliche Darstellung des Eisenhüttenwesens.
104 Quelle: VDEh (Hg.): Stahlfibel, S. 182.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

eine neue Bedeutung erhalten. Der 1865 entwickelte und nach seinen Erfindern benannte Siemens-Martin-Ofen dient vor allem zur Verarbeitung des seit dieser Zeit immer größeren Schrottanfalls. Damit existierten vor 150 Jahre alle grundlegenden Stahlerzeugungsverfahren. Es änderte sich im 20. Jahrhundert prinzipiell nur die Art der Energiezuführung. Seit den 1950er Jahren wurde statt Luft zunehmend reiner Sauerstoff eingesetzt und dieser nicht mehr nur von unten durch den Konverterboden, sondern auch oben auf das Stahlbad aufgeblasen. Daher stammt auch der Name Sauerstoffblasverfahren. Die Schrottverarbeitung wurde dagegen seit diesem Jahrzehnt auf das Elektrostahlverfahren umgestellt, bei dem die Wärme durch Strom erzeugt wird. Mit all diesen Innovationen waren enorme Leistungssprünge verbunden. Erzeugten die ersten Bessemer-Anlagen in Deutschland Anfang der 1860er Jahre gerade 8 t pro Tag, besaßen Thomas-Konverter vor dem Ersten Weltkrieg bereits eine Kapazität von 30 t. Als diese alte Technik in den 1960er Jahren auslief, war es die sechsfache Menge.[105]

Abb. 6: Entwicklung der Konvertergrößen und Durchsatzleistungen 1892–1985[106]



Im Vergleich zu den modernen Sauerstoffblasverfahren war das jedoch wenig. Heute sind Konvertergrößen von 400 t und mehr mit einem täglichen Durchsatz von mehr als 12.000 t Standard. Auch die Energiebilanz des pro Tonne erzeugten Produktes hat sich in den vergangenen 150 Jahren erheblich verbessert. Seit den 1920er Jahren wird grundsätzlich in einer Hitze produziert. Das bedeutet, dass der gesamte Fertigungsprozess weitgehend mit der im Hochofen erzeugten Wärme auskommt und nur noch bei der nachträglichen Vergütung neue Energie hinzugefügt werden muss. Energiesparend wirken auch die seit den 1950er Jahren verstärkt eingeführten kalten Formgebungsverfahren. Mussten im 19. Jahrhundert teilweise noch bis zu 10 t Kohle pro Tonne Stahl aufgewendet werden, sind es heute nur noch rund 0,6 t. Dies

105 Das Bessemer-Verfahren wurde bereits in den 1920er Jahren eingestellt.
106 VDEh (Hg.): Stahlfibel, S. 55.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

liegt an der Grenze des energietechnisch Notwendigen. Allein der Energiebedarf der Rohstahlerzeugung konnte zwischen 1960 und 2007 halbiert werden.

Vor diesem Hintergrund besaßen Rationalisierungsmaßnahmen mit dem Ziel einer effizienteren Energieverwendung schon früh eine große Bedeutung für die Montanindustrie. Es ging um die Entwicklung einer Energieverbundwirtschaft, die sämtliche Produktionsbereiche miteinander vernetzte und eine möglichst vollständige Rückgewinnung und Nutzbarmachung kreislaufgeeigneter Stoffe wie Kuppelgase (Gase, die als Nebenprodukt von Erzeugungsprozessen entstehen) und nicht direkt verwendbarer Restenergie wie Abwärme. Außerdem wurden nach und nach alle Anlagen auf die jeweils effizienteste, kostengünstigste Energieform umgestellt. Dies war nach den umfassenden Rationalisierungsmaßnahen der 1920er Jahre, die vor allem die Verbesserung der Energieökonomie bezweckten, im folgenden Jahrzehnt weitgehend erreicht. Hatten diese auch als „Energiekaskade" bezeichneten Energieumwandlungsprozesse in der Stahlindustrie zunächst vor allem wirtschaftliche Gründe, folgten seit den 1960er Jahren vermehrt auch Aspekte des Umweltschutzes als Motor für weitere Entwicklungen in diesem Bereich.[107] Aktuell sind es die revolutionären Bemühungen zum Ersatz des Hüttenkokses durch Wasserstoff als Direktreduktionsmittel zur Erzeugung möglichst kohlendioxidarmen Stahls.

Der Energieverbund entstand im Ruhrgebiet in der Regel mit der Inbetriebnahme einer Hochofenanlage und einer daran angeschlossenen Hüttenkokerei und band als Kraftanlagenverbund zunächst nur diese Bereiche ein. Dennoch verdeutlichen schon diese Anfänge das Grundprinzip. Während die gesamte Stahlverarbeitung zu dieser Zeit auf der Verwendung von Kohle und deren Verfeuerung unter Dampfkesseln beruhte, wurden die im Hochofen entstehenden Gichtgase zunächst zur Erhitzung des Hochofenwindes und in den Dampfkesselanlagen der Gebläse eingesetzt, die die großen benötigten Luftmengen in die Öfen pressten. Das Kokereigas diente direkt zur Beheizung der Koksöfen, nachdem es seine Wärme an dampferzeugende Abhitzekessel abgegeben hatte. Damit konnte der Energiebedarf der zahlreichen Dampfmaschinen stark reduziert werden. Diese trieben ab den 1870er Jahren auch Generatoren zur Elektrizitätserzeugung an, doch kam es nicht zu einer zentralisierten Versorgung. Vielmehr existierten zahlreiche kleine Einzelnetze mit nur geringer Leistung bei gleichzeitig hohem Energieverbrauch.

Ende des 19. Jahrhunderts folgten schließlich weitere entscheidende Entwicklungsimpulse. Die Fortschritte in der Kokereitechnik sorgten nicht nur für eine spürbare Verringerung des Energiebedarfs in diesem Bereich, sondern machten im Umkehrschluss auch energiereiches Kokereigas für andere Verwendungszwecke frei. Zugleich wurde das hochwertigere Kokereigas effektverstärkend so weit wie möglich durch das energieärmere Gichtgas ersetzt. In den Mittelpunkt des Interesses rückte angesichts ihrer wachsenden Bedeutung für die Werksbeleuchtung und den Antrieb von Motoren nun die Elektrizität. Da die öffentliche Elektrizitätsversorgung noch

107 Zum Thema am Beispiel des Bochumer Vereins siehe: Bleidick: Geschichtspfad Westpark.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

in den Kinderschuhen steckte und den Bedarf nicht decken konnte, setzten die Unternehmen auf die Eigenerzeugung. Diese wurde im Übrigen zum Merkmal für die gesamte deutsche Industrie, die zu dieser Zeit mehr als 90 % des Stroms selbst produzierte und verbrauchte.[108] Nachdem zunächst Dampfkraftzentralen diese Aufgabe übernommen hatten, avancierte nun die Gichtgasmaschine zum Mittel der Wahl.[109] Im Ruhrgebiet entstanden zahlreiche Gaskraftzentralen, in denen leistungsstarke Anlagen große Mengen Strom produzierten. Ein herausragendes Beispiel für die Dimension der an einem Ort zentralisierten Stromerzeugung ist die Bochumer Jahrhunderthalle, die bis zur Einstellung der Produktion beim Bochumer Verein Ende der 1960er Jahre betrieben wurde und heute einen Ankerpunkt der Route Industriekultur bildet. Zusammen mit den ebenfalls noch vorhandenen Gebäuden der Dampfkraftzentrale und der Dampfgebläsehalle existiert hier ein einzigartiges Ensemble zur Geschichte der frühen montanindustriellen Energiewirtschaft in der Region.

Die werkseigene Stromerzeugung wurde seit den 1920er Jahren zunehmend durch Fremdstrombezüge von Zechenkraftwerken und öffentlichen Versorgern ergänzt. Da außerdem ein Großteil der Zechengesellschaften seit dem ausgehenden 19. Jahrhundert sukzessive von Unternehmen der Eisen- und Stahlindustrie erworben wurde oder sich mit solchen zusammenschloss, verstärkte sich die Energieverbundwirtschaft dieser damit meist vollständig integrierten Werke[110] nochmals. In der Folgezeit blieb es bei diesem typischen Anlagenverbund, der regelmäßig erweitert und modernisiert wurde, sich aber in seinen Grundstrukturen nicht veränderte. Noch heute betreibt ThyssenKrupp in Duisburg ein eigenes Kraftwerk. Außerdem arbeiten in der Stadt die letzten beiden Kokereien des Ruhrgebiets.

3.1.4 Die Bedeutung des Ruhrgebiets für die deutsche Energieversorgung

Welche Bedeutung besaß die Ruhrkohle nun für die deutsche Energieversorgung. Für die Zeit vor 1945 lässt sich dies aufgrund nicht vorhandener Primärenergiebilanzen kaum feststellen. Auch nach dem Zweiten Weltkrieg wurden die Anteile des Ruhrbergbaus statistisch nicht ausgewiesen, sodass hier eine Interpolation notwendig ist. Dennoch zeichnen die Statistiken ein eindeutiges Bild von der langjährigen Dominanz des Ruhrgebiets im Rahmen der Energieversorgung.

108 Umfassend zum Thema: Bleidick: Funktion und Bedeutung der Eigenerzeugung.
109 Zur Funktion siehe: Kleinschmidt: Großgasmaschinen.
110 Der Begriff „Integriertes Hüttenwerk“ kennzeichnet einen Anlagenverbund mehrerer Produktionsstufen zur Verarbeitung von Rohstoffen zu Stahlerzeugnissen unterschiedlichster Art.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Tab. 10: Steinkohlenförderung des Ruhrgebiets, Preußens und des Deutschen Reiches bzw. der Bundesrepublik Deutschland 1850–2018 in Mio. Tonnen[111]

Jahr	Ruhrgebiet (Oberbergamtsbezirk Dortmund)	Wachstumsrate in %	Preußen bis 1935[112]	Wachstumsrate in %	Deutscher Zollverein Deutsches Reich BRD[113]	Wachstumsrate in %	Anteil des Ruhrgebiets an der Förderung Preußens In %	Anteil des Ruhrgebiets an der Förderung des Deutschen Reiches/ der BRD in %
1850	2,0		4,6		-	-	43,5	-
1853	2,6	30,0	6,3	37,0	-	-	41,3	-
1856	3,6	38,5	8,9	41,3	-	-	40,4	-
1859	3,9	8,3	9,7	9,0	-	-	40,2	-
1862	5,8	48,7	13,1	35,1	15,6	-	44,3	37,2
1865	8,6	48,3	18,6	42,0	21,6	38,5	46,2	39,8
1868	10,6	23,3	23,2	24,7	26,8	24,1	45,7	39,6
1871	12,7	19,8	29,5	27,2	29,4	9,7	43,1	43,2
1874	15,5	22,0	31,9	8,1	35,9	22,1	48,6	43,2
1877	17,7	14,2	33,7	5,6	37,5	4,5	52,5	47,2
1880	22,5	27,1	42,2	25,2	47,0	25,3	53,3	47,9
1883	27,8	23,6	50,6	19,9	55,9	18,9	54,9	49,7
1886	28,5	2,5	52,5	3,8	58,1	3,9	54,3	49,1
1889	33,9	18,9	61,4	17,0	67,3	15,8	55,2	50,4
1892	36,9	8,8	65,4	6,5	71,4	6,1	56,4	51,7
1895	41,4	12,2	72,6	11,0	79,2	10,9	57,0	52,3
1898	51,0	23,2	89,6	23,4	96,3	21,6	56,9	53,0
1901	58,4	14,5	101,2	12,9	108,5	12,7	57,7	53,8

111 Alle Werte gerundet. Eigene Zusammenstellung nach: Verein für die bergbaulichen Interessen im Oberbergamtsbezirk Dortmund 1904, Bd. 10, S. 52–55; Baedeker (Hg.): Jahrbuch für den Oberbergamtsbezirk Dortmund, diverse Jahrgänge, passim; Verein für die bergbaulichen Interessen (Hg.): Jahrbuch für den Ruhrkohlenbezirk, diverse Jahrgänge, passim; Jahrbuch des deutschen Bergbaus diverse Jahrgänge, passim; Statistik der Kohlenwirtschaft (Hg.): Zahlen, diverse Jahrgänge, passim; Jahrbuch Bergbau, Öl und Gas, Elektrizität, Chemie, diverse Jahrgänge, passim; Jahrbuch Bergbau, Erdöl und Erdgas, Petrochemie, Elektrizität, Umweltschutz, diverse Jahrgänge, passim; Jahrbuch der europäischen Energie- und Rohstoffwirtschaft, diverse Jahrgänge.

112 1920–1934 ohne das vom Völkerbund verwaltete Saargebiet; Ab 1923 ohne die an Polen abgetretenen Teile Oberschlesiens; fehlende Werte nach 1935 nicht zu ermitteln; formelle Auflösung Preußens Anfang 1947.

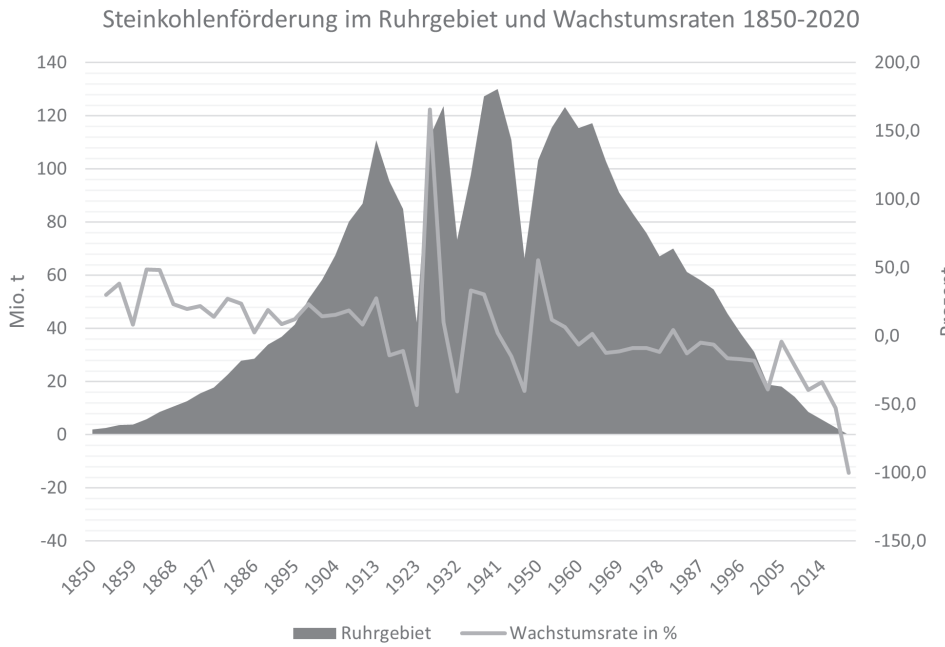
113 1920–1934 ohne das vom Völkerbund verwaltete Saargebiet; Ab 1923 ohne die an Polen abgetretenen Teile Oberschlesiens; 1947–1957 ohne das von Frankreich verwaltete Saargebiet; ab 1947 ohne die an Polen abgetretenen Gebiete Schlesiens sowie die sowjetisch besetzten Gebiete der späteren DDR.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

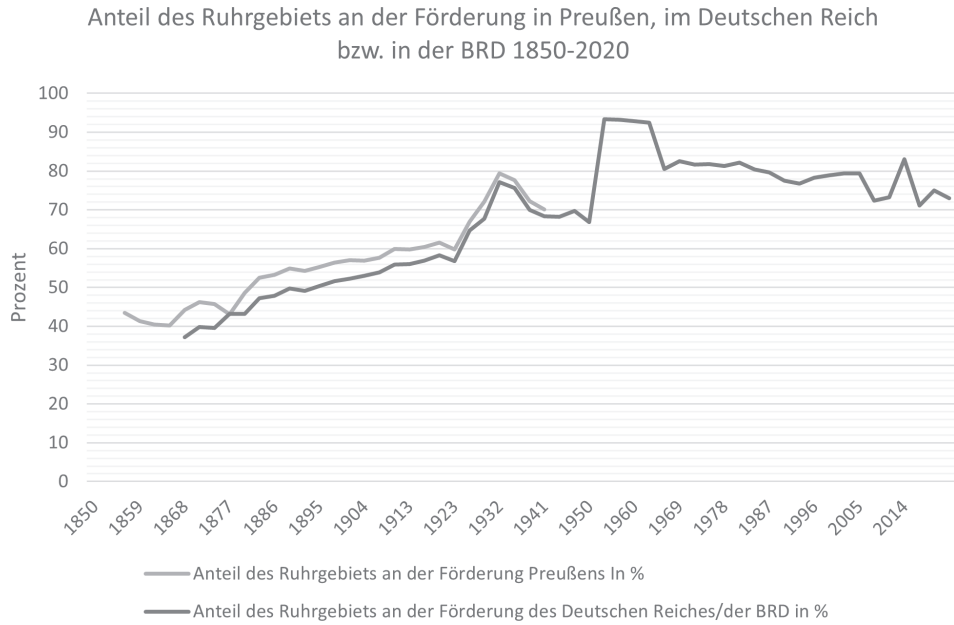
Jahr	Ruhrgebiet (Oberbergamtsbezirk Dortmund)	Wachstumsrate in %	Preußen bis 1935[12]	Wachstumsrate in %	Deutscher Zollverein Deutsches Reich BRD[13]	Wachstumsrate in %	Anteil des Ruhrgebiets an der Förderung Preußens In %	Anteil des Ruhrgebiets an der Förderung des Deutschen Reiches/ der BRD in %
1904	67,5	15,6	112,6	11,3	120,8	11,3	59,9	55,9
1907	80,2	18,8	134,0	19,0	143,2	18,5	59,9	56,0
1910	86,9	8,4	143,8	7,3	152,8	6,7	60,4	56,9
1913	110,8	27,5	179,9	25,1	190,1	24,4	61,6	58,3
1917	95,3	-14,0	159,5	-11,3	167,7	-11,8	59,7	56,8
1920	85,0	-10,8	127,0	-20,4	131,3	-21,7	66,9	64,7
1923	42,2	-50,4	58,5	-53,9	62,3	-52,6	72,1	67,7
1926	112,1	165,6	141,1	141,2	145,3	133,2	79,4	77,2
1929	123,6	10,3	159,3	12,9	163,4	12,5	77,6	75,6
1932	73,3	-40,7	101,4	-36,3	104,7	-35,9	72,3	70,0
1935	97,7	33,3	139,5	37,6	143,0	36,6	70,0	68,3
1938	127,3	30,3	-	-	186,5	30,4	-	68,3
1941	130,0	2,1	-	-	186,5	0,0	-	69,7
1944	110,9	-14,7	-	-	166,0	-11,0	-	66,8
1947	66,4	-40,1	-	-	71,1	-57,2	-	93,4
1950	103,3	55,6			110,8	55,8		93,2
1953	115,6	11,9			124,5	12,4		92,9
1957	123,2	6,6			133,2	7,0		92,5
1960	115,4	-6,3			143,3	7,6		80,5
1963	117,2	1,6			142,1	-0,8		82,5
1966	102,9	-12,2			126,0	-11,3		81,7
1969	91,2	-11,4			111,6	-11,4		81,7
1972	83,3	-8,7			102,5	-8,2		81,3
1975	75,9	-8,9			92,4	-9,9		82,1
1978	67,1	-11,6			83,5	-9,6		80,4
1981	70,0	4,3			87,9	5,3		79,6
1984	61,2	-12,6			78,9	-10,2		77,6
1987	58,2	-4,9			75,8	-3,9		76,8
1990	54,6	-6,2			69,8	-7,9		78,2
1993	45,7	-16,3			57,9	-17,0		78,9
1996	38,0	-16,8			47,9	-17,3		79,3
1999	31,1	-18,2			39,2	-18,2		79,3
2002	18,9	-39,2			26,1	-33,4		72,4

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Jahr	Ruhrgebiet (Oberbergamtsbezirk Dortmund)	Wachstumsrate in %	Preußen bis 1935[12]	Wachstumsrate in %	Deutscher Zollverein Deutsches Reich BRD[13]	Wachstumsrate in %	Anteil des Ruhrgebiets an der Förderung Preußens In %	Anteil des Ruhrgebiets an der Förderung des Deutschen Reiches/ der BRD in %
2005	18,1	-4,2			24,7	-5,4		73,3
2008	14,2	-21,5			17,1	-30,8		83,0
2011	8,6	-39,4			12,1	-29,2		71,1
2014	5,7	-33,7			7,6	-37,2		75,0
2017	2,7	-52,6			3,7	-51,3		73,0
2020	0	-100			0	-100		-



https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -



Vor dem Ersten Weltkrieg stieg die Steinkohlenförderung des Ruhrgebiets rasant an. Der Dreijahresschnitt dieser rund sechs Jahrzehnte weist eine klare Wachstumstendenz aus mit Raten, die zwischenzeitlich sogar über 30 % oder 40 % lagen, regelmäßig aber zwischen 10 % und 30 %. Geringere Werte blieben die absolute Ausnahme. Nach 2 Mio. t 1850 wurde 1868 die Marke von 10 Mio. t übertroffen. Innerhalb der folgenden rund zehn Jahre verdoppelte sich der Wert auf 20 Mio. t. Auch die sogenannte Gründerkrise der 1873/75 unterbrach die Entwicklung nicht. Eine weitere Verdoppelung auf rund 40 Mio. t war Mitte der 1890er Jahre erreicht und die nächste dann 1907, als 80 Mio. t gefördert wurden. 1913, nach nur sechs weiteren Jahren, erzielte die Branche dann einen Höchstwert von 110 Mio. t und damit ein Ergebnis, dass auch in der Bundesrepublik nur wenig übertroffen wurde. Die anderen deutschen Steinkohlenreviere, die wie das Aachener Revier, das Saarrevier und die Reviere in Nieder- und Oberschlesien ebenfalls zu Preußen gehörten, blieben meist hinter den Wachstumswerten des Ruhrgebiets zurück. Der Steinkohlenbergbau in allen anderen deutschen Staaten war vergleichsweise bedeutungslos. Folglich stieg der Anteil des Ruhrgebiets an der Förderung Preußens und des Deutschen Reiches fast durchgängig an. Schon Mitte der 1870er Jahre stand die Region für die Hälfte der preußischen Produktion. Ende der 1880er Jahre galt dies auch für das Reichsgebiet. Kurz vor dem Ersten Weltkrieg lag der Wert für Preußen dann bei über 60 %, der für das Reich knapp darunter.

Deutschland und vor allem das Ruhrgebiet entwickelten sich seit den 1880er Jahren zudem zu einem bedeutenden Kohlenexporteur. 1913 gingen fast 20 % der deutschen Förderung ins Ausland, nachdem es 1900 nur gut 5 % gewesen waren.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Das Ruhrgebiet exportierte 1913 schon 15,5 Mio. t oder 14 % und erzielte auf diesem Weg erhebliche Einnahmen. Der mit Abstand größte Teil ging in die Niederlande, die selbst nur über einen vergleichsweise geringen eigenen Bergbau verfügten. Damit war das Ruhrrevier ein wichtiger Faktor für deren Kohleversorgung. Weitere bedeutende Mengen bezogen Belgien, Frankreich, die Schweiz und Italien. Nennenswerte Importe stammten allein aus Großbritannien, das aber aufgrund der niedrigen Transportkosten nur bei der Versorgung Norddeutschlands eine bedeutende Rolle spielte. Ansonsten deckte das Ruhrgebiet mit Ausnahme des Nordens und Ostens des Reiches weite Teile des Kohlenbedarfs in allen Regionen des Reiches.[114]

Die Zeit zwischen den beiden Weltkriegen war dann durch Sonderentwicklungen gekennzeichnet. Hatte die Förderung bis 1918 noch auf einem recht hohen Niveau gehalten werden können, kam es 1920 zu einem Einbruch mit anschließender Erholung. 1923 begann die Ruhrbesetzung und der passive Widerstand im Ruhrgebiet ließ die Zahlen dramatisch auf nur noch 42 Mio. t oder 38 % des Wertes von 1913 zurückgehen. Nach dem Ende der Besetzung und der Beseitigung zahlreicher kriegsbedingter Folgelasten begann eine umgekehrte Entwicklung. Nun griffen die in dieser Phase begonnen Rationalisierungsmaßnahmen, die die Effizienz des Ruhrbergbaus stark verbesserten.[115] So konnte bereits 1926 eine Verdreifachung der Förderung auf 112 Mio. t verzeichnet werden, der ein weiterer Anstieg auf 124 Mio. t in 1929 folgte. Diese Leistung lag oberhalb der höchsten Werte der Bundesrepublik in den 1950er Jahren. Die nun hereinbrechende Weltwirtschaftskrise ließ die Nachfrage nach Kohle und damit die Förderung einbrechen. Auf dem Tiefpunkt 1932 wurden 40 % weniger Kohle gefördert als noch drei Jahre zuvor. Die nationalsozialistische Wirtschaftspolitik setzte alles auf die sogenannte Autarkie, die Unabhängigkeit von Importen, um das Deutsche Reich „kriegsfähig" zu machen. Neben Ersatzstoffen für im Inland nicht verfügbare Produkte stand die Energieversorgung im Mittelpunkt des Interesses. Und angesichts der geringen Ölvorkommen wuchs nochmals die Bedeutung der Steinkohle als neben der Braunkohle einzigem in großen Mengen verfügbarem Energieträger. Und dies nicht zuletzt als Grundstoff der chemischen Industrie und hier vor allem der synthetischen Kraftstofferzeugung.

Bedingt durch den Verlust des oberschlesischen Reviers und die Unterstellung des Saargebiets unter französische Verwaltung erhöhte sich der Anteil der Ruhrkohle an der Reichsförderung nach dem Ersten Weltkrieg erheblich. Schon im Krisenjahr 1923 wurde ein Rekordanteil von 68 % erreicht, der bis Ende des Jahrzehnts auf 76 % anstieg. Mit der Rückkehr des Saargebietes zum Reich 1935 sank er wieder auf den Wert von 1923, um bis Kriegsende in diesem Bereich zu bleiben. Damit lag die Ruhrkohle in dieser Hinsicht noch einmal um 10 Prozentpunkte über dem Niveau des ausgehenden Kaiserreichs. Mit einer Fläche von nur 1 % und einer Bevölkerung von

114 Angaben nach: Bergbau-Verein (Hg.): Statistisches Heft, 22. Ausgabe, Essen Dezember 1924, S. 34.

115 Bleidick: Bergtechnik, S. 383–387.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

6,35 % des Reichsgebiets stand das Ruhrgebiet für sieben Zehntel der Steinkohlenförderung. In allen anderen auf der Kohleverarbeitung basierenden Sektoren lagen die Anteile noch höher: Bei der Kokserzeugung und beim Kokereigas waren es 77 %, bei der Nebenproduktengewinnung von Teer, Ammoniak und Benzol[116] zwischen 72 % und 79 % und bei der Roheisengewinnung 71 %.[117] Dementsprechend stieg die Funktion des Ruhrgebiets als Energieversorger Deutschlands weiter an. Während die Kohlenimporte nach dem Ersten Weltkrieg stark zurückgegangen waren, blieb die Ausfuhr mit regelmäßig 15 bis 30 Mio. t weiterhin recht hoch, allerdings erfolgte bis 1930 ein Teil dieser Lieferungen aufgrund der Regelungen des Versailler Vertrages als Reparationsleistung. Auch die wichtigsten Zielländer änderten sich nicht.[118]

Diese Tendenz verstärkte sich nochmals nach dem Zweiten Weltkrieg. Ruhrkohle wurde nun zur maßgeblichen Grundlage des Wiederaufbaus und des anschließenden „Wirtschaftswunders". Dies lag zunächst an der erneuten Abtrennung des Saarlandes, das erst 1957 politisch und 1959 auch wirtschaftlich wieder an die Bundesrepublik angeschlossen wurde und damit zunächst als Lieferant ausfiel. Gleichzeitig gelang es dem Ruhrbergbau recht schnell, seine Förderkapazitäten zu steigern. Die Zerstörungen an den Zechen erwiesen sich bald als erheblich geringer, als befürchtet und so konnte bereits 1950 mit 103 Mio. t ein Ergebnis erzielt werden, das dem Mittel der 1930er Jahre entsprach.[119] 1957 wurde mit 123 Mio. t nicht nur ein Nachkriegsrekord aufgestellt, sondern auch die – ohne Berücksichtigung der nationalsozialistischen Sonderkonjunktur – bisherige Maximalförderung zu Friedenszeiten von 1929 fast erreicht.

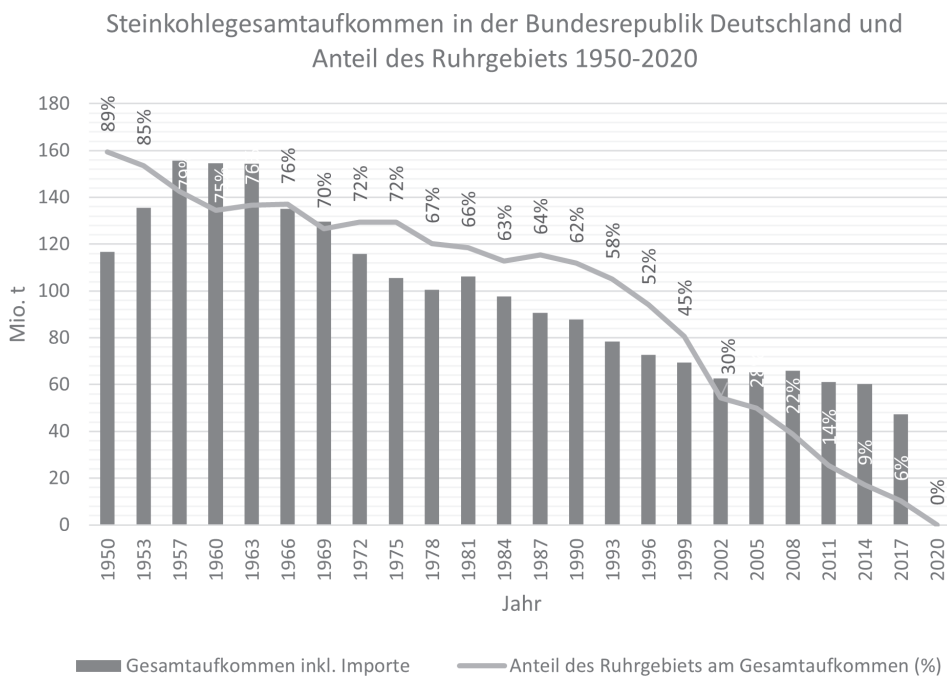
Tab. 11: Steinkohlengesamtaufkommen in der Bundesrepublik Deutschland und Anteil des Ruhrgebiets 1950–2020 in Mio. Tonnen[120]

Jahr	Förderung im Ruhrgebiet (Oberbergamtsbezirk Dortmund)	Förderung in der Bundesrepublik Deutschland	Importe	Gesamtaufkommen inkl. Importe[121]	Exporte	Anteil des Ruhrgebiets am Gesamtaufkommen (%)
1950	103,3	110,8	4,1	116,7	16,0	88,5
1953	115,6	124,5	9,5	135,5	14,2	85,3
1957	123,2	133,2	21,6	155,6	12,7	79,2
1960	115,4	143,3	7,2	154,5	28,2	74,7
1963	117,2	142,1	8,7	154,3	27,8	76,0

116 Siehe hierzu Abschnitt 3.1.4.
117 Angaben nach Bergbau-Verein (Hg.): Statistisches Heft, 40. Ausgabe, Essen Juli 1939, S. 10.
118 Ebd., S. 63–64.
119 Farrenkopf: Wiederaufstieg und Niedergang, S. 197–209.
120 1950–1957 ohne das von Frankreich verwaltete Saargebiet. Alle Werte gerundet. Eigene Zusammenstellung und Berechnung nach: Statistik der Kohlenwirtschaft (Hg.): Kohlenbergbau, diverse Jahrgänge; Statistik der Kohlenwirtschaft (Hg.): Zahlen, diverse Jahrgänge für 2020: Statistisches Bundesamt (https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Energie/Verwendung/Tabellen/einfuhr-steinkohle-zeitreihe.html), zuletzt abgerufen am 3.8.2021.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

1966	102,9	126,0	8,5	135,1	24,8	76,2
1969	91,2	111,6	8,7	129,6	28,0	70,4
1972	83,3	102,5	8,8	115,8	21,7	71,9
1975	75,9	92,4	9,0	105,6	22,1	71,9
1978	67,1	83,5	8,3	100,4	26,7	66,8
1981	70,0	87,9	14,3	106,3	17,9	65,9
1984	61,2	78,9	10,5	97,7	16,7	62,6
1987	58,2	75,8	9,6	90,7	10,6	64,2
1990	54,6	69,8	10,2	87,9	10,0	62,1
1993	45,7	57,9	15,5	78,3	1,7	58,4
1996	38,0	47,9	22,3	72,7	0,9	52,3
1999	31,1	39,2	30,3	69,4	0,4	44,8
2002	18,9	26,1	39,3	62,6	0,2	30,2
2005	18,1	24,7	40,9	65,2	0,2	27,8
2008	14,2	17,1	49,8	66,0	0,1	21,5
2011	8,6	12,1	51,9	61,0	0,1	14,1
2014	5,7	7,6	54,7	60,3	0,1	9,5
2017	2,7	3,7	46,1	47,2	0,1	5,7
2020	0	0	25,9	0	0	0



https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Zwischen 1950 und 1957 lag damit der Anteil der Ruhrkohle an der bundesdeutschen Gesamtförderung bei rund 92 %. 1950 wurde, auch zur Kontrolle der Montanindustrie, die Europäische Gemeinschaft für Kohle und Stahl (EGKS) gegründet, die als Ausgangspunkt der europäischen Einigung bald zum Vorläufer der Europäischen Gemeinschaft und damit der Europäischen Union aufstieg. Von Beginn an lieferte die Bundesrepublik und damit das Ruhrgebiet bedeutende Mengen an die anderen Mitgliedsstaaten Frankreich, Italien, Belgien, Luxemburg und die Niederlande und verzeichnete mit Ausnahme des Jahres 1957 einen erheblichen Exportüberschuss. Dieses Merkmal blieb bis Ende der 1980er Jahre typisch für den deutschen Steinkohlenbergbau. Beim Gesamtaufkommen an Steinkohle, also der Inlandsförderung zuzüglich der Importe, lagen die Anteile des Ruhrgebiets zwangsläufig etwas niedriger als bei der Inlandsförderung. Hatte die Region 1950 noch für fast 90 % des Steinkohlenabsatzes in der Bundesrepublik gestanden, sank dieser Wert bis 1957 auf 80 %.

Diese Förderleistung reichte allerding nicht dazu aus, den Bedarf zu decken. Angesichts seiner Schlüsselposition der Kohle war der Bergbau stark reglementiert. Staatlich festgelegten Kohlenpreisen und den Lieferverpflichtungen gegenüber dem Ausland standen steuerliche Vergünstigungen und Investitionshilfemaßnahmen gegenüber, sodass erst Mitte der 1950er Jahre langsam marktwirtschaftliche Prinzipien griffen. Der Bergbau klagte daher regelmäßig über unzureichende Mittel zum Ausbau der Förderkapazitäten, während der Kohlenmangel zum wichtigen Merkmal der ersten Wirtschaftswunderjahre wurde. Man sah sich durch die politischen Eingriffe seiner Möglichkeiten beraubt, zumal der Exportüberschuss zu dieser Zeit immer noch höher als der Ölimport lag und der langsame Aufstieg der Konkurrenzenergie noch nicht als wirklich bedrohlich betrachtet wurde. Dennoch warnten Branchenvertreter regelmäßig vor einer gegen die Kohle gerichteten Wirtschaftspolitik.[122] Die Bundesregierung nahm sich jedoch davon nicht viel an. Bereits 1953 war Heizöl von der Mineralölsteuer befreit worden und 1956 fiel auch der Mineralölzoll, während gleichzeitig die Kohlenpreise freigegeben wurden. Das Ziel lag eindeutig darin, das Energiedefizit durch Ölimporte auszugleichen und in der Energiewirtschaft stärker auf marktwirtschaftliche Impulse zu setzen. Für den Ruhrbergbau entwickelte sich nun eine dramatische Situation, die in Teilen selbst verschuldet war, hauptsächlich aber auf externe Einflüsse zurückzuführen war.

In dem Glauben an die eigene Stärke erhöhte die Branche zunächst die Kohlenpreise und beschleunigte damit den Aufstieg des Erdöls.[123] In den 1950er Jahren stieg das weltweite Angebot auch aufgrund zunehmender nachgewiesener Vorkommen, während die Preise durch vergleichsweise extrem niedrige Gewinnungskosten an-

121 Fehlende Mengen: Nationale Steinkohlenreserve, Bezug von Kleinzechen und aus dem Handel, Ballastausgleich, Bestandsabgänge und statistische Berichtigungen.

122 Z. B. Wimmelmann: Die Steinkohle in der Wirtschaft der Bundesrepublik.

123 Siehe hierzu Abschnitt 3.1.9.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

fangs langsam, ab 1957 aber dramatisch fielen. Die internationalen Ölkonzerne zahlten in den Förderländern nur sehr geringe Abgaben und drückten ihre Produktion nun mit allen Mitteln auf den Markt. Gleichzeitig wuchsen die Transportkapazitäten der Schifffahrt mit der weiteren Folge, dass sich durch die gesunkenen Frachtraten US-amerikanische Kohle derart verbilligte, dass sie in ganz Deutschland und selbst im Ruhrgebiet konkurrenzfähig wurde. Der Preisvorteil lag bis Ende der 1960er Jahre bei 15 bis annähernd 20 %.[124] Der Ruhrbergbau konnte dieser Entwicklung nichts entgegensetzen, zumal er wegen der Vollbeschäftigung große Probleme bei der Beschaffung von Arbeitskräften hatte. Viele zogen einen sauberen Industriearbeitsplatz der harten und schmutzigen Arbeit untertage vor.

1958 wurde die Ruhrkohle vom Mangel- zum Überschussprodukt. Die Nachfrage sank und es wuchsen überall die Halden nicht verkaufter Mengen. Gleichzeitig kam es erstmals zu Entlassungen von Bergleuten und bald auch zur Schließung erster Zechen. Und es zeigte sich schnell, dass die Absatzschwierigkeiten des deutschen Bergbaus nicht eine kurzfristige konjunkturelle Schwankung waren, sondern eine ausgewachsene strukturelle Branchenkrise, die dauerhaft die Position der einheimischen Kohle erschüttern würde. Die Bundesrepublik wurde durch den nun einsetzenden Mineralölboom in den 1960er Jahren vom Energieerzeugerland zum Importland. Schon Mitte der 1960er Jahre überholte das Öl die Kohle als wichtigster Primärenergieträger und sollte sie nachhaltig auf den zweiten Platz in der Rangfolge verweisen. In den 1970er Jahren folgte als zweite Konkurrenzenergie das Erdgas, das sich ab 1990 ebenfalls vor der Kohle positionieren konnte. Beide verdrängten die Steinkohle nicht nur als Chemiegrundstoff und industrieller Wärmelieferant, sondern auch aus dem „Hausbrand", denn wer wollte noch einen schmutzigen Kohleofen betreiben, wenn er eine moderne Öl- oder Gasheizung nutzen konnte? So verblieb der Steinkohle bald nur noch die Rolle als wichtigster Energieträger im Bereich der Elektrizitätserzeugung, den sie erst in den vergangenen Jahren verlor.[125] Nur in den 1980er Jahren verlangsamte sich der Abstieg der Steinkohle zwischenzeitlich infolge der Ölkrisen und sie stand vor einer gewissen, schließlich aber nicht nachhaltigen Renaissance.[126] Einheimische Energieträger waren nun wieder en vogue und wurden durch zahlreiche Maßnahmen unterstützt. Dazu gehört etwa der „Kohlepfennig" und der 1980 abgeschlossene „Jahrhundertvertrag" zur Sicherung des Steinkohlenabsatzes an die öffentliche und industrielle Kraftwirtschaft bis 1995. Für den geordneten Rückgang des Ruhrbergbaus sorgte ab 1969 die Ruhrkohle AG (RAG), in der als Einheitsgesellschaft 95 % der Ruhrförderung und drei Viertel der deutschen Förderung zusammengefasst worden waren.

Bis Mitte der 1960er Jahre konnte die Förderung des Ruhrbergbaus durch Rationalisierungsmaßnahmen, eine umfassende Mechanisierung des Grubenbetriebes und eine Konzentration auf leistungsstärkere Zechen noch auf einem vergleichsweise

124 Abelshauser: Ruhrkohlenbergbau, S. 89–93.
125 Siehe hierzu Abschnitt 3.1.10.
126 Siehe Abschnitt 3.1.12.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

hohen Niveau gehalten werden. Die Anzahl der Zechen sank dabei von 141 in 1957 auf 79 in 1966 oder um 44 %, während sich die Förderung nur um 16 % auf 103 Mio. t verringerte. Aber immer noch lag ihr Anteil am bundesdeutschen Gesamtaufkommen bei 76 %. Einen maßgeblichen Anteil an dieser Entwicklung besaßen die Exporte. Zwischen 1960 und 1980 gingen regelmäßig und teilweise erheblich mehr als 20 Mio. t deutscher Kohle ins Ausland. Nachdem die Ruhrförderung für fünf Jahre bis 1971 im Bereich von 90 Mio. t hatte gehalten werden können, wurde 1973 die Grenze von 80 Mio. t. und 1977 die von 70 Mio. t unterschritten. Mitte der 1980 begann die letzte Phase des Ruhrbergbaus, die von einem systematischen Rückgang der Förderung gekennzeichnet war.

Nach dem Auslaufen des Jahrhundertvertrages zeichnete sich ab 1997 das Ende des deutschen Steinkohlenbergbaus ab. Im Rahmen einer „Kohlepolitischen Vereinbarung" wurde eine starke Reduzierung der staatlichen Zuschüsse beschlossen und damit begannen langfristige Reduzierungsplanungen bei Belegschaften und Förderung. Noch im selben Jahr schloss der Aachener Bergbau seine letzte Zeche. Für weiteren Anpassungsdruck sorgten 2002 das Auslaufen des EGKS-Vertrages und eine neue EU-Ratsverordnung über staatliche Beihilfen im Steinkohlenbergbau. Deren schärfere Regelungen erforderten eine zweite „Kohlepolitische Vereinbarung" und die Festlegung des Finanzrahmens bis 2012. Dieser hatte jedoch keinen langen Bestand, denn schon 2006 kam es in Berlin zu Verhandlungen über zusätzliche Einsparungen bei den zugesagten Kohlehilfen sowie über die Zukunft der deutschen Steinkohle nach 2012. 2007 einigten sich Bund, Länder, die Gewerkschaft IGBCE und die RAG beim „Kohlegipfel" auf ein sozialverträgliches Auslaufen der subventionierten Steinkohlenförderung in Deutschland bis 2018. 2012 stellte das Saarrevier seine Förderung ein und 2018 endete dann der deutsche Steinkohlenbergbau mit der Schließung der letzten Zechen im Ruhrgebiet und in Ibbenbüren.

Bis heute existieren keine verlässlichen Daten zum Umfang der Steinkohlesubventionen. Sie sind ein gut gehütetes Geheimnis. Selbst die Bundesregierung besitzt keinen Überblick über den Umfang der Subventionen, Steuervergünstigungen, Absatzgarantien und sonstigen Fördermaßen, etwa auf dem Arbeitsmarkt, des Bundes und des Landes, wie 2017 festgestellt wurde.[127] Eine Studie im Auftrag von Greenpeace kam 2010 für den Zeitraum 1950 bis 2008 unter Hinzurechnung des „unvollständigen Wettbewerbs in der Elektrizitätswirtschaft" auf einen Wert von 232 Mrd. Euro zu Nominalpreisen, davon allein knapp 200 Mrd. Euro in Form von budgetwirksamen Leistungen der öffentlichen Haushalte.[128]

Wie oben beschrieben, blieb die Steinkohle dennoch ein wichtiger Bestandteil der deutschen Energieversorgung. Den Bedarf deckten allerdings seit den 1990er Jahren

127 Die „Dokumentation Steinkohlesubventionen" der Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages WD 5 – 3000 – 033/17 vom 7.4.2017 als jüngste verfügbare Übersicht vermerkt, dass für die Jahre vor 1998 keine „belastbaren Angaben" vorliegen.

128 Meyer/Küchler/Hölzinger: Staatliche Förderungen, S. 9–10.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

zunehmend Importe, die 2014 einen Rekordwert von fast 55 Mio. t erreichten. Größte Lieferländer waren in dieser Reihenfolge Russland, die USA mit Kanada, Südafrika, Australien und Kolumbien.[129] Hatte sich die die Bedeutung der Steinkohle beim Primärenergiebedarf in den 1970er und 1980er Jahren bei rund 20 % eingependelt, sank dieser Wert bis zur Jahrtausendwende auf knapp 14 % und lag zuletzt bei etwa 10 %.[130] (vgl. Tab. 6) Der Anteil der Ruhrkohle am Steinkohlengesamtaufkommen war Anfang der 1990er Jahre erstmals auf unter 60 % gefallen, unterschritt noch vor der Jahrtausendwende die Grenze von 50 %, fiel dann rasant bis 2002 auf 30 % und bis 2011 auf 14 %.

Die Gegenüberstellung der Anteile des Ruhrbergbaus am Steinkohlengesamtaufkommen und der Anteile der Steinkohle am Primärenergieverbrauch zeigt abschließend eindrucksvoll den Bedeutungsverlust des Ruhrgebiets für die bundesdeutsche Energieversorgung. Anfang der 1950er Jahre war die Region mit Werten von mehr als 60 % das Maß aller Dinge. Schon am Vorabend der Kohlekrise zeichnete sich die zukünftige Entwicklung ab, denn die rund 55 % in 1957 bedeuteten einen Verlust von sieben Prozentpunkten innerhalb kurzer Zeit. Ende der 1960er Jahre hatte sich dieser Wert auf 23 % mehr als halbiert, um sich zwischen Mitte der 1970er Jahre und 1993 im Bereich zwischen 10 % und 20 % zu stabilisieren. Zur Jahrhundertwende waren es schließlich noch 5 %. Da im Ruhrgebiet auch Wasserkraft und Windenergie kaum eine Rolle spielen und keine Ölvorkommen existieren, tendiert seine Bedeutung bei der Primärenergieerzeugung seit dem Ende des Steinkohlenbergbaus in Richtung Null.

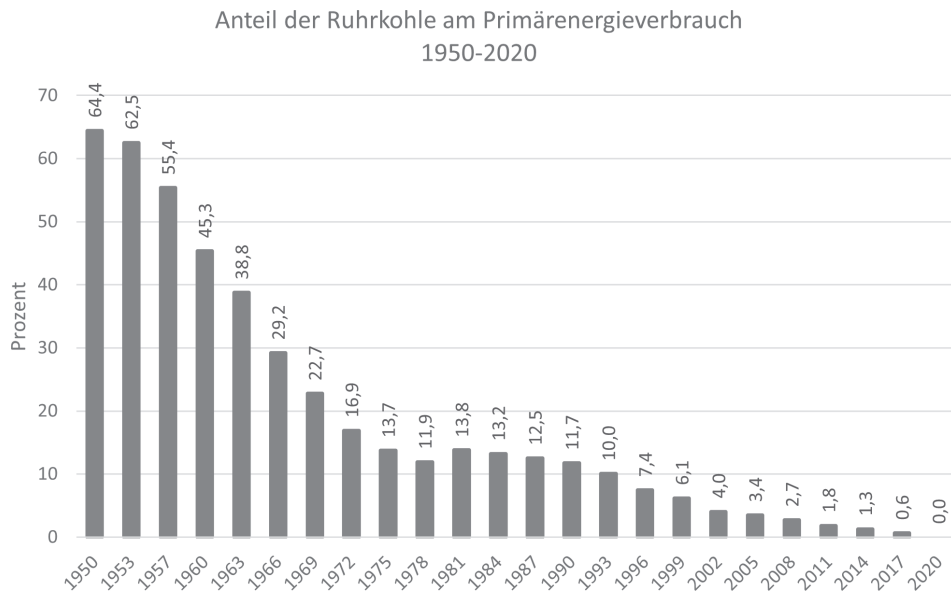
Tab. 12: Anteil der Ruhrkohle am Primärenergieverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland[131]

Jahr	Anteil des Ruhrgebiets am Steinkohlengesamtaufkommen (%)	Anteil der Steinkohle am Primärenergieverbrauch (%)	Anteil der Ruhrkohle am Primärenergieverbrauch (%)
1950	88,5	72,8	64,4
1953	85,3	73,3	62,5
1957	79,2	69,9	55,4
1960	74,7	60,7	45,3
1963	76,0	51,0	38,8
1966	76,2	38,3	29,2
1969	70,4	32,3	22,7
1972	71,9	23,5	16,9
1975	71,9	19,1	13,7
1978	66,8	17,8	11,9

129 Statistik der Kohlenwirtschaft (Hg.): Jahresbericht 2015, S. 70–71.
130 Ohne Berücksichtigung des Pandemiejahres 2020, als nur noch 7,4 % erreicht wurden.
131 Berechnet nach Tabelle 6 und 9.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Jahr	Anteil des Ruhrgebiets am Steinkohlengesamtaufkommen (%)	Anteil der Steinkohle am Primärenergieverbrauch (%)	Anteil der Ruhrkohle am Primärenergieverbrauch (%)
1981	65,9	20,9	13,8
1984	62,6	21,1	13,2
1987	64,2	19,5	12,5
1990	62,1	18,9	11,7
1993	58,4	17,2	10,0
1996	52,3	14,2	7,4
1999	44,8	13,7	6,1
2002	30,2	13,4	4,0
2005	27,8	12,4	3,4
2008	21,5	12,5	2,7
2011	14,1	12,6	1,8
2014	9,5	13,3	1,3
2017	5,7	11,1	0,6
2020	0	7,6	0,0



3.1.5 Koks – ein besonderer Stoff

Wie oben gezeigt, stellte die Energieversorgungsproblematik den mit Abstand wichtigsten einschränkenden Faktor bei der Metallerzeugung und -verarbeitung dar. Die

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

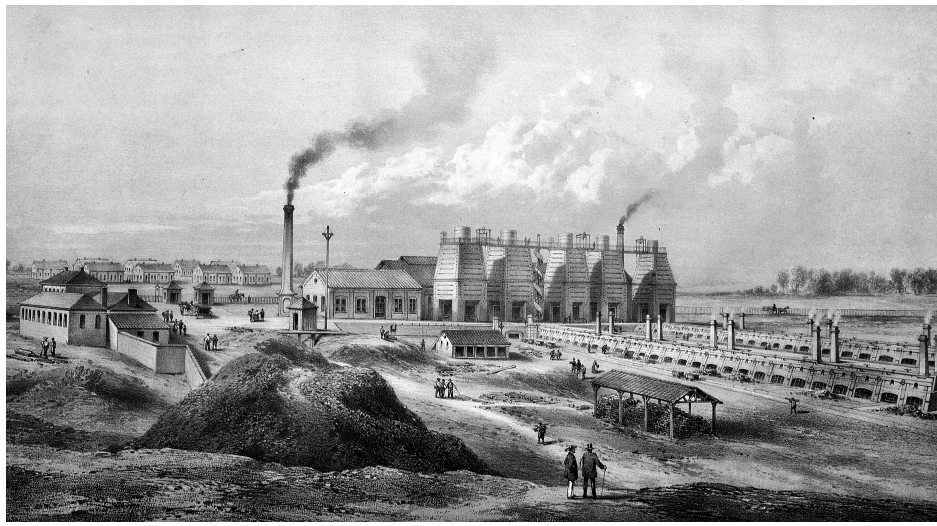
Ersatzressource Steinkohle füllte nun diese Lücke, doch war sie in Rohform ungeeignet für solche Zwecke und musste zunächst aufbereitet werden. Nur so ließen sich die Begleitstoffe der Kohle wie Gas, Teer, Schwefel, Benzol und Ammoniak aus dem Rohstoff entfernen. Im Laufe der Zeit wurden dazu zahlreiche Verfahren entwickelt, darunter die Vergasung und die Verschwelung zur Teergewinnung. Das mengenmäßig bedeutendste Verfahren war und ist bis heute aber die Verkokung.[132] Der dabei entstehende Koks besitzt für die moderne Massenstahlproduktion gegenüber der Rohkohle noch einen weiteren Vorteil. Er besteht aus großen, porösen und festen Brocken, die sich hervorragend zum Einsatz im Hochofen eignen, denn sie besitzen die notwendige Stabilität, um unter der Last der Erze und sonstigen Begleitstoffe nicht zusammenzubrechen. Andernfalls würde der Hochofen sofort ersticken. An ihren Anfängen orientierte sich die Kokserzeugung an den Verfahren zur Holzkohleproduktion. Ein solcher Übergang wird als Technologietransfer bezeichnet. Der Austausch kann dabei sowohl von einem Verarbeitungsverfahren zum anderen als auch von einer Region oder einem Land zum anderen erfolgen. Bis weit ins 19. Jahrhundert war daher die Industriespionage weit verbreitet. Konnte man eine Technologie nicht reproduzieren, stahl man sie einfach.

Steinkohlenkoks wurde in England Anfang des 18. Jahrhunderts analog zur Holzkohle zunächst in Meilern nach einem weitgehend identischen Verfahren hergestellt. Im Laufe der Zeit wurden die Meiler durch Steinmauern eingefasst und in den 1760er Jahren folgte der nächste Entwicklungssprung mit der Einführung des sogenannten Bienenkorbofens. Der Name stammt von der runden, einem Bienenkorb ähnelnden Form. Die Öfen wurden bald in Reihen aufgestellt, sodass sich nicht nur die Produktion steigern, sondern auch energieeffizienter arbeiten ließ. Es existierten die unterschiedlichsten Formen, eckige und runde, mit oder ohne Schornstein und mit einer unterschiedlichen Anzahl an Öffnungen. Bienenkorböfen und Backöfen waren bis in die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts weit verbreitet und wurden etwa in den USA auch noch erheblich länger genutzt. Sie bildeten die Grundlage für die Industrialisierung der Roheisenerzeugung in Hochöfen.

132 Umfassend dazu: Farrenkopf: Koks; Ress: Geschichte der Kokereitechnik.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Abb. 7: Hochofenanlage der Hoerder Vereins mit vorgelagerter Kokerei, 1860[133]



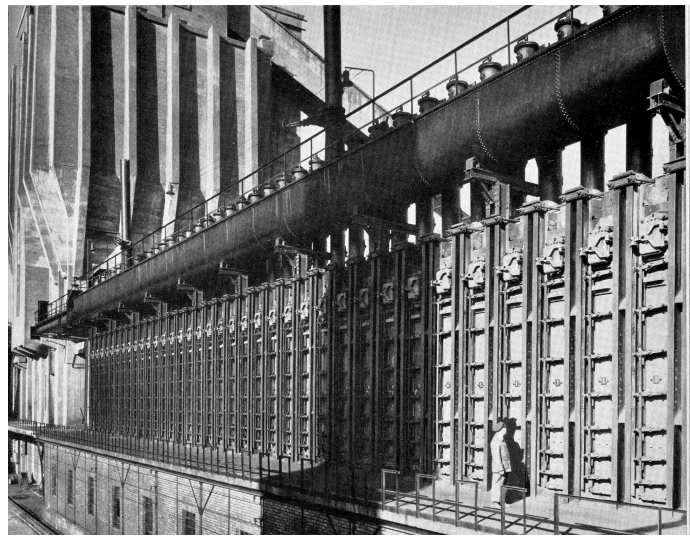
Das Bild zeigt die Hochofenanlage des Hoerder Bergwerks und Hüttenvereins in Hörde bei Dortmund, eines der frühen großen Unternehmen der Eisen und Stahlindustrie des Ruhrgebiets. Rechts unterhalb der fünf Hochöfen liegen zwei Reihen Backöfen zur Kokserzeugung. Auch die Architektur der Hochöfen ist teilweise diesen Vorbildern nachempfunden. Im Vordergrund liegt ein riesiger Kohlenhaufen und rechts unter dem Dach fertiger Koks, der vor Regen geschützt werden musste.

Zu dieser Zeit war die Weiterentwicklung der Kokereitechnik bereits in vollem Gange. Am Ende stand eine völlig neue Konstruktion mit erweiterten Nutzungsmöglichkeiten, deren Grundprinzip bis heute in Kokereien eingesetzt wird. Die wichtigste Änderung betraf die Art der Verkokung. Anstatt die Kohle selbst nach dem Meilerprinzip im Ofen anzuzünden und dann unter geregelter Luftzufuhr zu Koks umzusetzen, wurde sie nun in luftdicht abgeschlossenen Kammern durch Außenbeheizung auf die notwendige Temperatur gebracht. Dies hatte den Vorteil, dass keine Kohle mehr verbrannte und die Produktivität verbessert werden konnte. Auch die neueren Bienenkorböfen arbeiteten nach diesem Prinzip. Nun aber wuchsen die Öfen von der Breite in die Höhe. Nach zwischenzeitlichen Versuchen mit horizontalen Kammern setzte sich in den 1860er Jahren schließlich der sogenannte Vertikalkammerofen durch.

133 Quelle: Sammlung Manfred Jablonski.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Abb. 8: Ofenbatterie der Zeche Bruchstraße in Bochum 1927[134]



Kokereien bestanden nun aus langen Reihen solcher nebeneinander aufgestellten Kammern, die einen Durchmesser von weniger als 1 m besaßen. Hierin wurde die Kohle für rund 24 Stunden auf etwa 1.000 °C unter Luftabschluss erhitzt, sodass die flüchtigen Bestandteile entweichen und feste Koksbrocken entstehen konnten. Das Verfahren arbeitete nicht kontinuierlich. Die Kohle wurde über Füllwagen von oben in die Kammern geschüttet und der Koks nach Abschluss des Verkokungsprozesses durch eine sogenannte „Ausdrückmaschine" in bereitstehende Löschwagen geschoben. Diese fuhren im 20. Jahrhundert in den Löschturm, wo sie mit Wasser beregnet wurden. Die dabei entstehenden großen weißen Dampfwolken wurden zu einem weiteren typischen Bild des Ruhrgebiets.

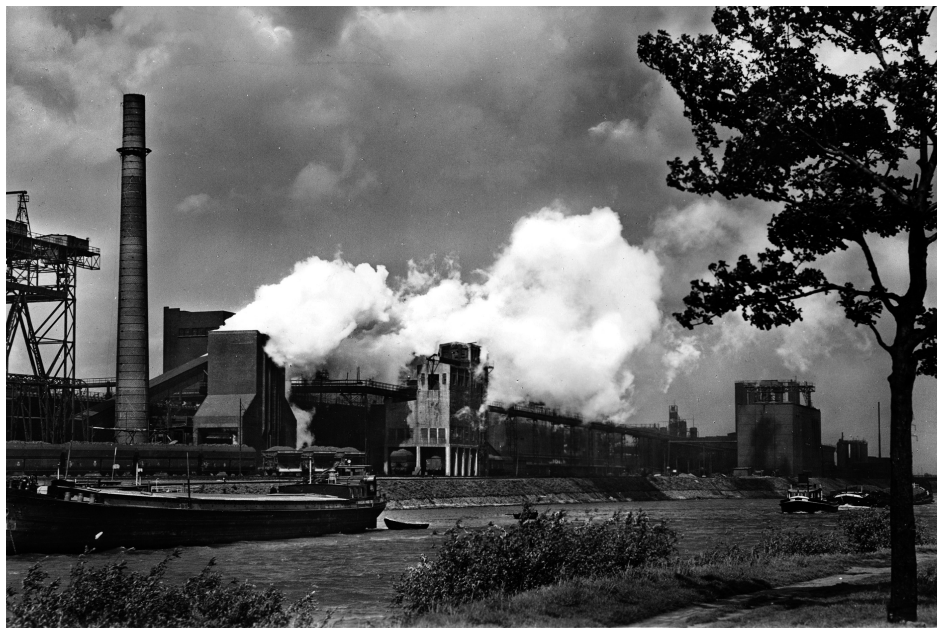
Neben dieser Qualitätsverbesserung sorgten die neuen Öfen für eine spürbare Reduzierung des Energieverbrauchs. In den Wänden der Kammern lagen Heizzüge, die ihre Wärme an beide Seiten abgaben. Die Befeuerung erfolgte bald mit den während des Verkokungsprozesses freiwerdenden Gasen, die bis dahin meist durch Schornsteine abgeleitet worden waren und im Umfeld der Kokereien erhebliche Umweltschäden hervorriefen. Der zweite maßgebliche Entwicklungsschritt betraf die Gewinnung der sogenannten Nebenprodukte. Ab Ende des 19. Jahrhunderts wurde das Gas vor der Weiterverwendung gereinigt und die darin enthaltenen oben erwähnten Begleitstoffe herausgefiltert. Diese boten dem Bergbau nun ein weiteres Geschäftsfeld: die Kohlechemie.[135]

134 Quelle: Dr. C. Otto (Hg.): Otto-Heft 13, S. 19.
135 Siehe hierzu Abschnitt 3.1.7.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Im Laufe der Zeit wuchs der Durchsatz der Kokereien durch die Vergrößerung der Kammern. Sie erreichten in den 1920er Jahren bereits Höhen von bis zu 6 m und eine Tiefe von mehr als 30 m – ein Standardmaß, das auch nach dem Zweiten Weltkrieg noch galt. Damit steigerte sich nochmals die Kokserzeugung, die wegen der wachsenden Nachfrage der Eisen- und Stahlindustrie seit Ende des 19. Jahrhunderts stark anstieg. Wurden 1880 gerade 8 % der Kohle im Ruhrgebiet verkokt, waren es 1900 bereits 20 %. 1913 wurden knapp 30 % der gesamten Ruhrkohle in Kokereien weiterverarbeitet, bei Fettkohlen waren es fast 40 %.[136] Diese Werte galten in etwa auch in den 1950er Jahren. Mit dem Zechensterben verschwanden nach und nach auch die Kokereien aus dem Ruhrgebiet. Arbeiteten zu dieser Zeit noch rund 90 Anlagen in der Region, sind es heute noch zwei: die Kokerei der Hüttenwerke Krupp Mannesmann und die von ThyssenKrupp betriebene Kokerei Schwelgern in Duisburg. Abschließend zu diesem Thema sei noch erwähnt, dass das Bochumer Unternehmen Dr. C. Otto im 20. Jahrhundert aufgrund seiner überlegenen Technologie zum Weltmarktführer im Kokereianlagenbau aufstieg.

Abb. 9: Löschwolken über der Großkokerei Nordstern in Gelsenkirchen 1955[137]



136 Alle Werte nach: Jahrbuch für den Oberbergamtsbezirk Dortmund, div. Jahrgänge.
137 Quelle: Historisches Archiv BP/Aral, Bochum.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

3.1.6 Vom Kokereigas zum Erdgas – eine Erfolgsgeschichte

Wie in Abschnitt 3.1.1 und 3.1.5 dargestellt, führte die Verkokung der Steinkohle zur Freisetzung großer Mengen Kokereigas.[138] Diese sollten nach langsamen Anfängen zu Beginn des 20. Jahrhunderts in den 1920er Jahren den Ausgangspunkt einer vom Ruhrbergbau aufgebauten überregionalen und flächendeckenden Ferngasversorgung darstellen. Das dabei entstandene Leitungsnetz bildete schließlich 40 Jahre später die Grundlage für den Aufstieg des Erdgases zum 2021 zweitwichtigsten Primärenergieträger in Deutschland, denn die Versorgungsstrukturen mussten nur an dessen Anforderungen angepasst werden. Da dies vor allem eine technische Frage war, verfügte das Ruhrgebiet mit seiner langen Erfahrung beim Gasvertrieb hier über eine besondere Position.

Aus Steinkohlen gewonnenes Gas gehörte jedoch Mitte der 1920er Jahre in Deutschland längst zu den etablierten Energieträgern. Die Gaswirtschaft konnte zu diesem Zeitpunkt auf eine exakt 100-jährige Geschichte zurückblicken, in deren Verlauf sie sich von den Anfängen in einzelnen Residenzstädten zu einer Branche mit reichsweiter Verbreitung und Versorgungseinrichtungen in nahezu allen Kreisen und Kleinstädten mit mehr als 2.000 Einwohnern entwickelt hatte. Auch wenn Gas in der Gesamtenergiebilanz im Vergleich zu Steinkohle, Braunkohle und Holz eine unbedeutende Rolle spielte, hatte sich seine Verwendung in den Bereichen Beleuchtung, Heizung, Motorenbetrieb und Kochen im Verlauf der Zeit zunehmend durchgesetzt.[139] Die Gründe für diesen Erfolg in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts lagen in den spezifischen Eigenheiten der Gasversorgung. Zum einen war Gas der erste, in größerem Maßstab erzeugte Sekundärenergieträger, d. h. eine aus einem Primärenergieträger wie Kohle durch Umwandlung und mit dem Ziel eines leichteren Transports oder einer besseren Nutzbarkeit entstandene Energieform. Und gerade hier lag die weitere Besonderheit, denn zum anderen war Gas auch der erste und für lange Zeit einzige leitungsgebundene Energieträger. Konkurrenz erhielt das Gas auf dieser Ebene erst seit den 1880er Jahren, als mit der Elektrizität ein hinsichtlich des Anwendungsspektrums gleichwertiger Energieträger rasch an Beliebtheit gewann. Elektrizität war nicht nur geeignet, das Gas zu ergänzen, sondern sogar zu ersetzen, waren doch mit seiner Verwendung eine verbesserte Betriebssicherheit und eine höhere Bequemlichkeit verbunden, während zugleich der Anschluss an das Versorgungsnetz einen geringeren Aufwand bedeutete.[140] Im privaten Beleuchtungssektor blieb die Rolle des Gases ab etwa 1870 zudem durch kostengünstigere Mineralölprodukte wie Petroleum begrenzt.

138 Zur Geschichte der Gaswirtschaft von den Anfängen bis ins 20. Jahrhundert siehe: Bleidick: Ruhrgas.
139 Körting: Gaswirtschaft, S. 269–316.
140 Braun: Gas oder Elektrizität?

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Vor diesem Hintergrund sind bei der Entwicklung der deutschen Gaswirtschaft innerhalb des ersten Jahrhunderts mehrere Phasen erkennbar, die sich unter Zugrundelegung organisatorischer, technischer und wirtschaftlicher Aspekte in Anfang, Höhepunkt und Ende unterscheiden, dabei jedoch grundsätzlich in bedeutenden Teilen überlagern.[141] Von besonderem Interesse sind die eigentumsrechtlichen Verhältnisse, denn die Branche durchlief wie kein anderer Zweig der Energiewirtschaft einen langfristigen und systematischen Verstaatlichungsprozess, nach dessen Abschluss nach dem Ersten Weltkrieg neben der Verteilung auch die Erzeugung des Gases weitgehend unter kommunaler oder sonstiger öffentlicher Regie erfolgte. Mitte der 1920er Jahre erreichte der Staatsanteil innerhalb der Gaswirtschaft in Deutschland rund 90 %. Die stetig wachsende Position der Kommunen führte folglich zu einer heterogenen, dezentralen Struktur der Branche. Grundlegendes Motiv der staatlichen Aktivitäten in der Gaswirtschaft war die Verhinderung einer Monopolstellung privater Unternehmen in einem für die Entwicklung der Ortschaften zentralen Sektor. Es ging um die Versorgungssicherheit, letztlich aber auch um Geld, denn die Gewinne der Eigenbetriebe unterstützten wie bei der Wasserversorgung die städtischen Haushalte.

Die Anfänge der Gaswirtschaft liegen in England, wo im Rahmen der Industrialisierung des Montansektors nach der Wende zum 19. Jahrhundert innerhalb von knapp 20 Jahren eine umfangreiche Leuchtgasindustrie entstand. Die künstliche Beleuchtung revolutionierte Leben und Arbeit in den englischen Großstädten, die nach Sonnenuntergang nicht mehr in tiefer Dunkelheit versanken. In Deutschland entstanden die ersten Gaswerke Mitte der 1820er Jahre dann auch nicht aus wirtschaftlichen Erwägungen, sondern vielfach zur Befriedigung adeliger Repräsentationswünsche, wurde das Gas doch ausschließlich zur Beleuchtung zentraler Punkte in Residenzstädten wie Hannover oder Dresden eingesetzt. Bis 1850 blieb die Entwicklung mit gerade 35 Gasanstalten sehr verhalten, um sich danach rasch zu beschleunigen. 1860 produzierten bereits fast 200 Anlagen, 1885 dann annähernd 700 und 1913 schließlich etwa 1.700. Die Gaswerke arbeiteten nach demselben Prinzip wie die Kokereien, jedoch nicht mit dem vorrangigen Ziel, Koks zu erzeugen, sondern eben Gas. Koks war hier das Nebenprodukt.

Auch im Ruhrgebiet entwickelte sich zunächst eine dezentrale Gasversorgung mit den typischen Organisationsstrukturen. In allen größeren Gemeinden entstanden in den 1850er bis 1870er Jahren auf private Initiative Gaswerke, die teilweise von den Kommunen übernommen wurden. Krupp errichtete zur Beleuchtung der Werksanlagen als erster eine firmeneigene Gasanstalt, deren Produktion die der Essener Gasanstalt bald bei Weitem übertraf. Bald folgten andere Unternehmen und die kleineren Städte, sodass Ende des 19. Jahrhunderts eine flächendeckende Gasinfrastruktur mit zahlreichen Einzelnetzen bestand. Trotz aller Gemeinsamkeiten mit der Entwicklung in Deutschland zeigte die Gaswirtschaft des Ruhrgebiets auf-

141 Brunckhorst: Kommunalisierung, S. 15–35.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

grund der räumlichen Nähe zur Montanindustrie mit ihrer Kohlenbasis, die eine günstige und bequeme Versorgung gewährleistete, der direkten Nachbarschaft der Städte und des starken Einflusses der schwerindustriellen Eliten eine Besonderheit: Schon Anfang des 20. Jahrhunderts und damit erstmals in Deutschland entstand hier der Gedanke größerer Strukturen und einer einheitlichen Versorgung der Region. Am Horizont zeichnete sich nun eine den weiteren Verlauf prägende Entwicklung ab. Der Einbruch des Ruhrbergbaus mit großen Gasreserven in die kommunale Gasversorgung stand bevor, und damit war schnell deutlich, dass sich zumindest im näheren Umfeld des Ruhrgebiets einiges ändern würde. Allein aus Kostengründen bot es sich an, die Erzeugungsstätten zusammenzuschließen und als Basis eines einheitlichen Versorgungsnetzes zu nutzen. Dazu kamen technische Aspekte, denn viele Gaswerke arbeiteten wenig effizient. Auch die zunehmende Konkurrenz der aufstrebenden Elektrizität sorgte für einen entsprechenden Druck. Die ersten Gasfernversorgungen entstanden jedoch nicht im Ruhrgebiet, sondern in Lübeck, Berlin und Heidelberg. Bis 1914 wurden je nach Zählung zwischen 100 und 200 Fernversorgungen in Deutschland aufgebaut.[142]

Dass die Unternehmen des Ruhrbergbaus nicht schon früher und im größeren Umfang in die Belieferung der Städte eingestiegen waren, lag neben technischen Schwierigkeiten bei der Gasreinigung vor allem an fehlenden Mengen. Sie benötigten das Kokereigas vollständig für eigene betriebliche Wärmeprozesse bei der Beheizung von Dampfkesseln und Koksöfen. Nach der Jahrhundertwende änderte sich diese Situation jedoch schlagartig durch die Einführung der ersten Regenerativöfen und Großgasmaschinen in der Montanindustrie, die erstmals eine energiesparendere Verbundwirtschaft erlaubten.[143] Gleichzeitig verbesserte sich die Gewinnungstechnologie für Nebenprodukte, die das Kokereigas mit dem Ziel einer Abscheidung von Teer, Ammoniak und Benzol erst für den Leitungstransport und die Verwendung in Gasbrennern vorbereitete. Als geistiger Vater des Kokereigasvertriebs im Ruhrgebiet und des späteren Übergangs zur Fernversorgung größerer Gebiete ist Hugo Stinnes anzusehen, Spross der alteingesessenen Industriellenfamilie und später einer der einflussreichsten Unternehmer im Deutschen Reich. Gleichzeitig verfolgte er mit dem Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk (RWE) ähnliche Ziele bei der Stromversorgung. Die Parallelen waren frappierend, denn im Prinzip verlief die Vermarktung des Stroms in ähnlichen Bahnen wie die des Gases. Beide benötigten ein Leitungsnetz, dessen Ausbau aus zeitgenössischer Sicht den Abschluss langfristiger Lieferverträge und Ausschließlichkeitsbindungen bedingte. Und so stieg das RWE auch in die Gasversorgung ein. Eine Kooperation mit dem ebenfalls beim RWE engagierten August Thyssen zerschlug sich aber ebenso wie Stinnes' Vorhaben, andere Unternehmen der Montanindustrie für ein gemeinsames Vorgehen zu gewinnen.

142 Aufstellung bei Petzold: Gasfernleitung, S. 10–12.
143 Siehe Abschnitt 3.1.3.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Thyssen ging nun eigene Wege, die in den 1920er Jahren in die Gründung der Thyssengas[144] mündeten.

Vor dem Ersten Weltkrieg folgten zehn weitere Bergbauunternehmen dessen Vorbild und bauten auf Basis ihrer Kokereien eigene lokale Gasversorgungssysteme auf. Außerdem leisteten die Städte im östlichen Ruhrgebiet erheblichen Widerstand auch gegen die Pläne des RWE und gründeten Konkurrenzunternehmen, aus denen 1925 die Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen GmbH (VEW) hervorging. Während Thyssen mit der Stadt Barmen einen Fernvertriebspartner gewann und das erste überregionale Ferngasnetz aufbaute, konzentrierte sich das RWE zwangläufig auf das umliegende Bergische Land. Es besaß damit zwar das größere Einzugsgebiet, musste dazu aber auch ein Leitungsnetz von 135 km Strecke anlegen. Thyssen kam dagegen mit 50 km aus. 1914 wurden schließlich im Großraum des Ruhrgebiets 2,5 Mio. Einwohner in 50 Städten und Gemeinden mit insgesamt 150 Mio. m^3 Kokereigas versorgt, was einem Anteil an der Gesamtproduktion von knapp 15 % entsprach, während der Rest fast vollständig für betriebsinterne Heizzwecke Verwendung fand.[145]

Nach dem Krieg blieb die Situation im Ruhrgebiet zunächst weitgehend unverändert. Bei der kommunalen Gaswirtschaft verschärften sich dagegen die Wirtschaftlichkeitsprobleme angesichts veralteter Erzeugungsanlagen und endgültig nicht mehr profitabler Strukturen. Sie wurde zudem von einer Studie des RWE überrascht, die die Überlegenheit des Ferngasvertriebs auch über weite Strecken und sogar gegenüber der Stromversorgung nachwies. Damit war die Folgerung verbunden, dass die deutsche Gasversorgung vor einer vergleichbaren Entwicklung wie die Konkurrenzbranche stand und diese zwangsläufig von den Kokereien und ihrem großen Erzeugungspotenzial getragen werden würde. Im kommunalen Sektor kam es daraufhin als Gegenreaktion zur Gründung erster Gruppengasversorgungen, also zur Zusammenfassung mehrerer Gaswerke in einer Region zu größeren Einheiten. Auf der anderen Seite besaßen viele jedoch nicht eine solche Möglichkeit und wurden daraufhin in den 1920er Jahren stillgelegt. Der Ruhrbergbau konnte sich allerdings noch nicht zu einer konzertierten Aktion entschließen und die in vielen anderen Bereichen erprobte Gemeinschaftsarbeit auch auf die Gaswirtschaft auszudehnen. Vielmehr begannen einzelne Unternehmen mit Planungen zum Aufbau eigener überregionaler Netze.

144 Siehe hierzu: Kanther: Thyssengas.

145 Verein für die bergbaulichen Interessen (Hg.): Bergwerke und Salinen 1926, S. 10–11.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Abb. 10: Das zersplitterte Gasnetz im Ruhrgebiet 1926[146]

Das Jahr 1926 brachte die große Veränderung. Die Rationalisierung der Montanindustrie nahm an Schwung auf und die Modernisierung und Vergrößerung der Kokereien versprach allein in technischer Perspektive einen enormen Gasüberschuss. Zugleich produzierte der Ruhrbergbau große Mengen schlecht absetzbarer Kohlensorten, die sich jedoch hervorragend für eine Vergasung eigneten. Dieses Potenzial sollte nun für den Aufbau eines vom Ruhrgebiet ausgehenden reichsweiten Gasnetzes genutzt werden, so das ambitionierte Vorhaben. Ferngasleitungen sollten insbesondere in bestrittene Gebiete in Norddeutschland vorstoßen, dort ausländische Kohlen und das Gaswerksgas verdrängen und auf diese Art und Weise auch den Absatz von Ruhrkohle verbessern. Aber angesichts der absehbar hohen Kosten war dazu eine Beteiligung möglichst aller Produzenten notwendig. Den Befürwortern gelang es bald, die vielfältigen Bedenken zu zerstreuen. Im Herbst wurde die Aktiengesellschaft für Kohlenverwertung (AGKV) als erstes Gemeinschaftsunternehmen des Ruhrbergbaus gegründet, dessen Name den Geschäftszweck eindrücklich verdeutlichte. Das Unternehmen sollte neben der Gasfernversorgung in fünf zentralen Gebieten tätig werden, darunter die Fernheizung, die Kohlenverschwelung, die Kohlenstaubfeuerung, die Synthese von Stickstoffverbindungen und die Kohleverflüssigung. Damit waren alle nennenswerten Bereiche des Zukunftssektors Kohlechemie berücksichtigt.

146 Quelle: Aktiengesellschaft für Kohleverwertung (Hg.): Deutsche Großgasversorgung.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Tab. 13: Kokereigasaufkommen im Ruhrgebiet, im Deutschen Reich und in der Bundesrepublik Deutschland sowie Anteil des Ruhrgebiets 1913–2005[147]

Jahr	Ruhrgebiet[148] (Mio. m^3)	Deutsches Reich/BRD[149] (Mio. m^3)	Anteil des Ruhrgebiets (%)
1913	905		
1920	1745		
1929	10370	13410	77,3
1936	11651	14013	83,1
1950	10631	11445	92,9
1955	16572	18044	91,8
1960	15464	20480	75,5
1965	15802	19759	80,0
1970	12397	17905	69,2
1975		8015	
1980		6490	
1985		5312	
1990		4226	
1995		2708	
2000		2215	
2005		498[150]	

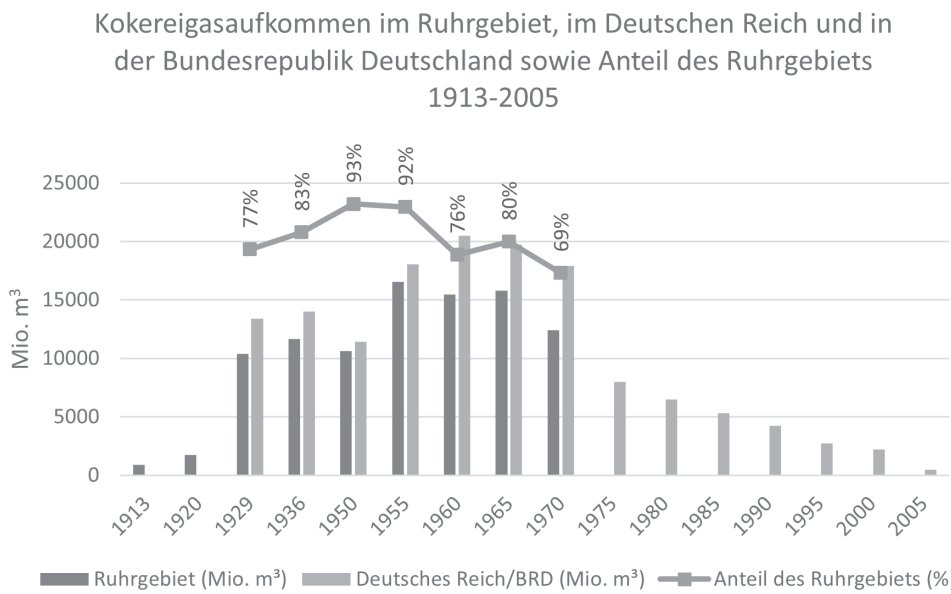
147 Alle Werte gerundet. Werte 1950 und 1955 ohne Saarland. Ab 1975 kein statistischer Einzelausweis des Ruhrgebiets mehr. Eigene Zusammenstellung und Berechnung nach: Bergbau-Verein (Hg.): Statistisches Heft 22, Dezember 1924, S. 13; dsgl. Ausgabe 33, Juli 1933, S. 18; dsgl. Ausgabe 40, Juli 1939, S. 31–32; Jahrbuch des deutschen Bergbaus 1966, S. 894; Statistik der Kohlenwirtschaft (Hg.): Jahresbericht 1980, S. 43; Statistik der Kohlenwirtschaft (Hg.): Zahlen zur Kohlenwirtschaft, Nr. 35, Februar 1957, S. 36; dsgl., Nr. 59, Februar 1963, S. 41–42; dsgl., Nr. 93, Februar 1972, S. 46–47; dsgl., Nr. 119, April 1981, S. 30–31; dsgl., Nr. 142, Juni 1995, S. 21; dsgl., Nr. 147, Juni 2000, S. 21; dsgl., Nr. 155, Juni 2008, S. 21.

148 Bis 1955 Zechen- und Hüttenkokereien, ab 1960 nur Zechenkokereien.

149 Zechen- und Hüttenkokereien.

150 Ohne Hüttenkokereien. Weitere Werte zu diesen nicht verfügbar.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -



Auf eine derart weitreichende Kooperation wollten sich mehrere Beteiligte angesichts unterschiedlicher Interessen allerdings nicht einlassen, sodass die Kohlechemie schließlich ausgeklammert blieb. 1928 wurde die AGKV in Ruhrgas AG umbenannt, während mehrere Unternehmen im Chemiesektor eigene Wege verfolgten und andere die Ruhrchemie AG in Oberhausen gründeten.[151] Die Ruhrgas schloss bereits 1927 erste Bezugsverträge mit den Zechen ab und begann gleichzeitig mit dem Bau einer zentralen Gassammelleitung im Ruhrgebiet, die bis dahin größte Leitung dieser Art in Deutschland überhaupt. Weiterhin wurde das RWE-Netz übernommen. 1928 gewann sie mit Hannover die erste Großstadt als Kunden und bewies damit zugleich, dass ein wirtschaftlicher Gastransport über weite Strecken ohne Probleme möglich war. Bis 1930 folgten zahlreiche weitere Städte diesem Vorbild, darunter Düsseldorf und Köln, über die die Rheinschiene erschlossen werden sollte. Kaum jemand konnte sich dem lukrativen Angebot der Ruhrgas entziehen, deren Preis deutlich unter den Erzeugungskosten der Gaswerke lagen. Zu diesem Zeitpunkt umfasste das Leitungsnetz bereits eine Länge von rund 1.000 km.

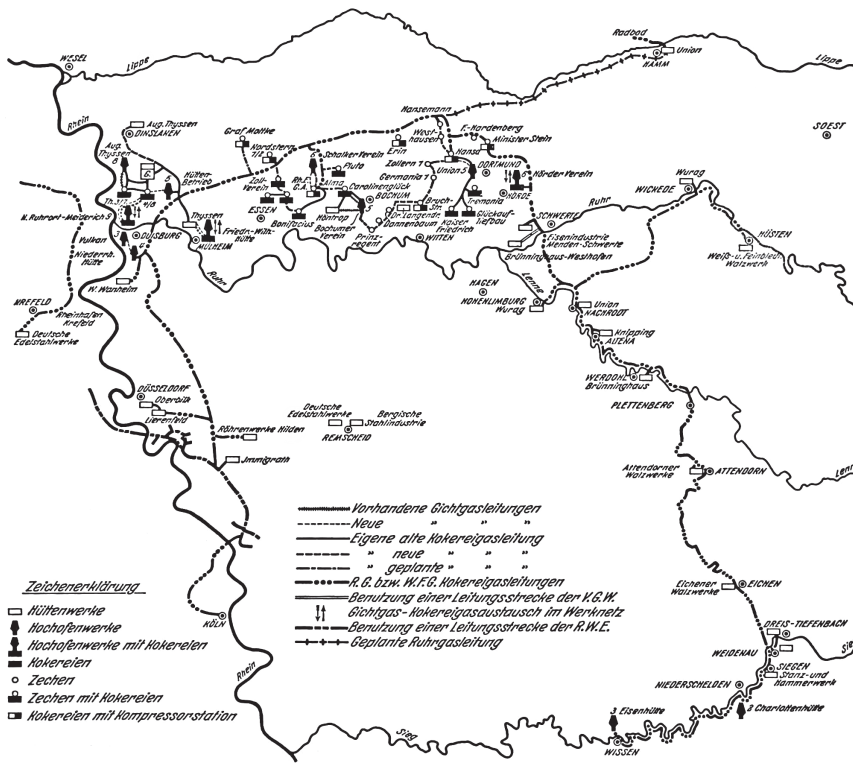
Durch die Bündelung der gaswirtschaftlichen Interessen des Ruhrbergbaus endeten sämtliche Bestrebungen der Branche, die dezentralen Versorgungsnetze einzelner Zechen über die Region hinaus auszudehnen. Gleichzeitig begann mit der Ruhrgas das Zeitalter der Ferngasversorgung in Deutschland. Das ursprüngliche Konzept einer reichsweiten Versorgung ließ sich schließlich vor allem aufgrund der Weltwirtschaftskrise zwar ebenso wenig realisieren wie das der eigentlich bevorzugten Vergasung schlecht verkäuflicher Kohlensorten. Aber dennoch bildeten die bald verfügba-

151 Umfassend dazu: Rasch: Ruhrchemie, S. 39–84.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

ren enormen Gasmengen einen Markt- und Machtfaktor, der von Beginn an die bestehenden Branchenstrukturen zulasten der Kommunen infrage stellte. Immerhin verdoppelte die Ruhrgas das Gasangebot auf dem deutschen Markt innerhalb von nur zehn Jahren und erreichte einen Marktanteil von rund 50 %. Diese auf die traditionelle Ortsgaswirtschaft folgende zweite Phase der deutschen Gaswirtschaft war schließlich strukturell durch einen Dualismus von kokereigasbasierter Ferngasversorgung und stadtgasbasierter Gruppengasversorgung geprägt. Das Ruhrgas-Netz erreichte in den 1930er Jahren seine vorläufig abschließende Ausdehnung mit den Endpolen Hannover und Frankfurt. Das wichtigste äußere Kennzeichnen dieser zweiten Phase bildeten jedoch die stetigen Versorgungsdefizite, die den wirtschaftlichen Rahmen der Branche zwischen Nationalsozialismus und Wirtschaftswunder durchgängig bestimmten. Obwohl die Montanindustrie Erzeugung und Absatz durchgängig steigerte, konnte das Angebot die Nachfrage zu keiner Zeit decken. Kokereigas war ein zunehmend gefragter Stoff, der nun auch in der Industrie geschätzt wurde, die die größten Mengen verbrauchte.

Abb. 11: Das Fernleitungsnetz der Ruhrgas 1930[152]



152 Quelle: Lent: Ferngasversorgung, S. 352.

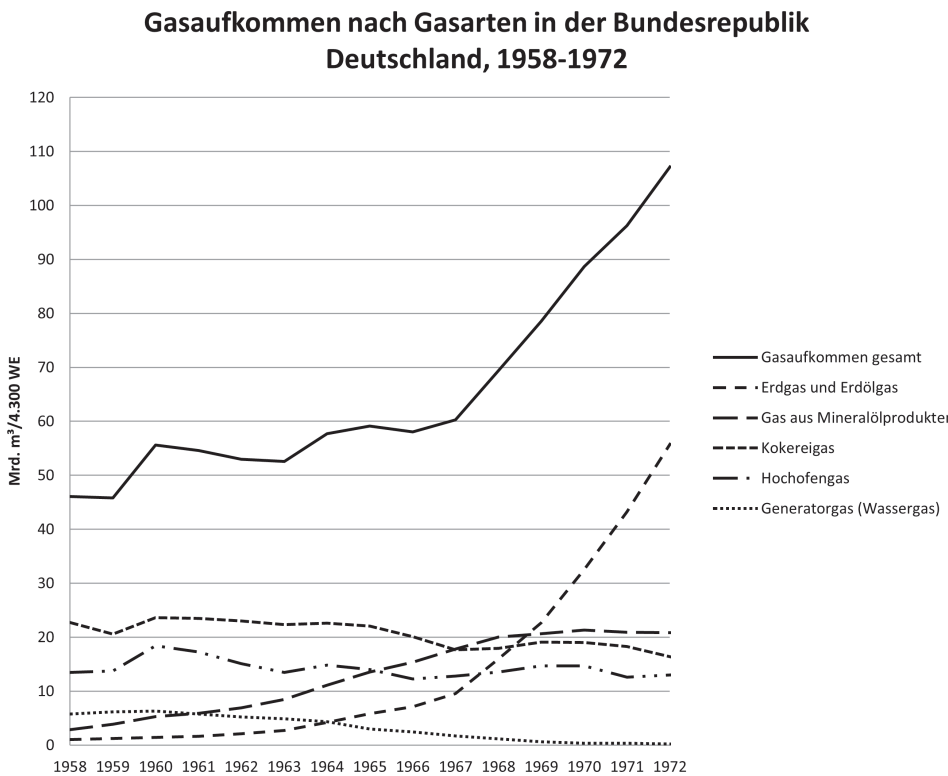
https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

In den 1950er Jahren kam es daher bei der Ruhrgas zu einer Stagnation auf hohem Niveau. Auch die Gründung der Steinkohlengas AG in Dorsten als Grundlage für den Aufbau einer eigenen Gaserzeugung brachte hier nur eine kurzfristige Entlastung. Mit dem Unternehmen stieg die Ruhrgas, die bis dahin nur das Gas ihrer Aktionäre vertrieben hatte, in den Kreis der Produzenten auf. Letztlich waren die hier verfügbaren Mengen jedoch zu gering und die Erzeugungskosten unverhältnismäßig hoch, sodass der Betrieb Mitte der 1960er Jahre eingestellt wurde.

In dieser Zeit stand die Ruhrgas allerdings vor ganz anderen überlebensbedrohlichen Problemen. Ende der 1950er Jahre waren in der niederländischen Provinz Groningen große Erdgasvorkommen entdeckt worden, die die vergleichsweise kleinen norddeutschen um ein Vielfaches übertrafen. Gleichzeitig drohte der schleichende Verlust der traditionellen Erzeugungsbasis durch die Montan- und Kohlenkrise als Grundlage des Geschäfts. Und die Niederländer ließen von Beginn an keinen Zweifel daran aufkommen, wo sie ihr zukünftiges Absatzgebiet sahen. Aufgrund der eng verbundenen Entstehungszusammenhänge von Mineralöl und Erdgas stammten die Anbieter des Erdgases ausschließlich aus der Mineralölwirtschaft. Relativ schnell war absehbar, dass ein erneuter umfassender Systemwechsel bevorstand, es aber anders als seit den 1920er Jahren weder eine längere Übergangsphase noch ein Nebeneinander bestehender und neuer Strukturen in größerem Umfang geben würde. Wie zuvor die Ruhrgas drängte nun eine neue Anbietergruppe mit potenziell unbegrenzten Mengen auf den Markt. Allerdings war das Erdgas aufgrund der chemischen und physikalischen Unterschiede zum Kohlengas kein identisches oder komplementäres, sondern ein in allen Belangen überlegenes Konkurrenzprodukt, das nicht produziert, sondern gefördert wurde und dazu den doppelten Heizwert besaß. Damit bestand für das Unternehmen die Gefahr, zur Abwicklungsgesellschaft für das Kokereigas degradiert zu werden, wenn multinationale Mineralölkonzerne wie Esso und Shell ein eigenständiges, konkurrierendes Vertriebssystem für Erdgas in Deutschland errichteten. Es begann unter bald maßgeblicher wirtschaftspolitischer Einflussnahme des Staates ein zäher Aushandlungsprozess zwischen den Interessengruppen, an dessen Ende 1965 ein Konzept zur Einbindung des Erdgases in den deutschen Energiemarkt stand.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Grafik 6: Gasaufkommen nach Gasarten in der Bundesrepublik Deutschland 1958–1972[153]



Die Lösung bot die Öffnung der Anteilseignerstruktur der Ruhrgas für eine Beteiligung der Erdgasanbieter. Ein ausgeklügeltes beteiligungsrechtliches Beziehungsgeflecht erzwang ab 1965 den Ausgleich der teilweise divergierenden Interessen von montanindustriellen Alt- und mineralölwirtschaftlichen Neuaktionären und schützte den Ferngasversorger zugleich vor Majorisierungsversuchen einer Gruppe. Den Dreh- und Angelpunkt der neuen Gaswirtschaft bildete die Ruhrgas, die einerseits die kohlepolitisch bedeutsame harmonische Eingliederung des Erdgases sichern sollte und andererseits den im Mineralölsektor nicht vorhandenen starken deutschen Player auf dem Erdgasmarkt darstellte. Die Thyssengas war von dieser Problematik nicht betroffen, gehörte sie doch seit den 1920er Jahren zur Unternehmensgruppe Thyssen-Bornemisza, die einen starken niederländischen Zweig besaß. Aus dem ehemals kleinen Mitbewerber war mit Beginn des Erdgaszeitalters ein ernsthafter Konkurrent geworden.

In dieser dritten Phase stieg die Ruhrgas zum bedeutendsten deutschen und bald auch europäischen Erdgasunternehmen auf. Nachdem zunächst deutsches und nie-

153 Zusammengestellt nach: Plesser/Pohl: Gaswirtschaft 1964, S. 1129; Plesser/Wedeking: Gaswirtschaft 1968, S. 1035; Holthausen u. a.: Gaswirtschaft 1972, S. 440.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

derländisches Erdgas die Versorgungsbasis gebildet hatte, kontrahierte die Ruhrgas im Verlauf der 1970er Jahre große Volumina aus der Sowjetunion und aus der Nordsee und schuf damit die Grundlage für einen Erdgasboom mit jährlich bis zu zweistelligen Zuwachsraten. Ähnliche Entwicklungen unter teilweise identischen Vorzeichen zeigten sich in anderen westeuropäischen Ländern. Die Ruhrgas avancierte dabei durch eine umfassende und systematische Kooperationspolitik im Bereich von Bezugsverträgen und Leitungsprojekten zum zentralen Faktor der europäischen Gaswirtschaft. Deutschland wurde zur Drehscheibe des Erdgasgeschäfts. Hier erhielt die Ruhrgas ihre Rolle allein durch ihre Funktion als Alleinimporteurin sowjetischen und bald auch norwegischen Erdgases und Betreiberin des Ferngasnetzes, aber auch durch zahlreiche Beteiligungen an anderen Ferngasgesellschaften.

Gleichzeitig entbrannte ein zunehmender Substitutionswettbewerb von Mineralöl, Elektrizität und Erdgas, das nicht nur den Anteil der Kohle im Wärmemarkt übernahm, sondern systematisch seine Position auch auf Kosten der beiden anderen Konkurrenzenergien ausbaute. Die Ruhrgas profitierte erheblich von dem positiven Image des aus zeitgenössischer Perspektive sauberen und sicheren Energieträgers, stand jedoch weiterhin vor dem stetigen Problem der Mengenprognose und Mengensicherung. Die Internationalisierung des Geschäfts machte die Ruhrgas zugleich zu einem bedeutenden wirtschafts- wie außenpolitischen Faktor. So stellte etwa das im Winter 1969/70 unter maßgeblicher Beteiligung der Ruhrgas abgeschlossene erste Erdgasröhrengeschäft mit der Sowjetunion einen wichtigen Faktor zur Entspannungspolitik der neuen Bundesregierung unter Willy Brandt dar, der letztlich auch die deutsch-deutsche Frage beeinflusste.

Vor diesem Hintergrund entstand in den 1970er Jahren die typische vierstufige Wertschöpfungskette der internationalen Gaswirtschaft. Sie umfasste erstens die Gewinnung, Aufbereitung und Fortleitung des Gases in den Fördernationen bis zu den Übergabepunkten der nationalen Netze; zweitens den Import und Ferntransport des Erdgases einschließlich der Zwischenspeicherung, der regionalen Weiterverteilung und des teilweisen Direktvertriebs; drittens die regionale Ebene mit ähnlichen Funktionen und viertens die Direktversorgung des Endkunden durch lokale Anbieter wie Stadtwerke. Während diese Stufen in der Bundesrepublik rechtlich und organisatorisch stärker voneinander getrennt waren, verfügte die durchweg staatswirtschaftlich orientierte Gasversorgung Westeuropas über eine teilweise starke institutionelle Verschränkung. Das System war charakterisiert durch langfristige Lieferbeziehungen, Kapitalverflechtungen sowie selbstregulative Marktzutrittsschranken in Form von Demarkationsabkommen[154] und Konzessionsverträgen. Im Jahr der Wiedervereinigung kontrollierte die Ruhrgas von ihrem Essener Sitz aus rund 90 % des bundesdeutschen Erdgasaufkommens.

In den 1990er Jahren deutete sich dann ein weiterer grundlegender Wandel an, der um die Jahrtausendwende in die vierte Epoche der Gaswirtschaft mündete. Die

154 Gebietsabgrenzungen.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Ruhrgas AG verlor nun zunächst an Dominanz, dann ihre branchenprägende Kraft und schließlich ihre Geschäftsgrundlage. Ausschlaggebend für diese Entwicklung war die von der EU-Politik vorangetriebene und von den Mitgliedsstaaten umgesetzte Liberalisierung der Energiewirtschaft, die die bestehenden Strukturen zunehmend infrage stellte und schließlich vollständig beseitigte. Mit der Bindung von Netz und Vertrieb, der Gebietsdemarkation und langfristigen Lieferverträgen entfielen die klassischen Elemente des Ruhrgas-Geschäftes zugunsten eines weitgehend offenen Marktes für Mengen und Transportkapazitäten im Rahmen eines freien oder börsennotierten Gashandels. Anstelle des u. a. mit der Versorgungssicherheit begründeten Monopolschutzes des Energiewirtschaftsgesetzes trat mit der Verheißung einer umfassenden Preissenkung als oberste Prämisse der neuen Regulierungspolitik die Wettbewerbsförderung.

Die Ruhrgas reagierte mit einer sukzessiven Weiterentwicklung der Unternehmenspolitik. Als Antwort auf den entstehenden brancheninternen Wettbewerb erhöhte das Unternehmen seine Marketingaktivitäten, um mehr eigenes Profil zu gewinnen und die Kundenbindung zu verbessern. Zweitens sollte die Kooperation mit Unternehmen im Endverbrauchergeschäft ausgebaut werden und drittens galt es, die sich im Zuge der zunehmenden Internationalisierung bietenden Möglichkeiten zu nutzen und auch den Schritt ins Ausland zu wagen – in beiden Bereichen mittels Unternehmensbeteiligungen, durch den Aufbau von Lieferbeziehungen und die Kooperation mit anderen Energieversorgern. Damit begann die Ruhrgas, sich von einer Import- und Transportgesellschaft mit ergänzenden technologischen Bereichen hin zu einem differenzierten Gaskonzern zu entwickeln und neue Geschäftsfelder im „Downstreambereich" zu erschließen, also in die verbrauchernahe Ebene der Regional- und Lokalverteilung einzusteigen.

Ende der 1990er Jahre wuchs die Uneinigkeit der Aktionäre über die weitere Zukunftsstrategie. Ausschlaggebend war der bedeutende und vorerst abschließende Umstrukturierungsprozess der alten Deutschland-AG im Ruhrgebiet unter Beteiligung von Thyssen, Krupp, dem RWE, Mannesmann, der Veba und der Ruhrkohle AG. Nach der Unternehmenspolitik rückte nun die Organisationsstruktur der Ruhrgas ins Zentrum der Kritik. Die Frage nach einer unveränderten Weiterführung, einem Börsengang oder sonstigen Lösungen erübrigte sich jedoch mit der Übernahme der Ruhrgas durch die 2000 gegründete E.ON AG, die Anfang 2003 nach einem zähen, prozessbegleiteten und mehr als zweijährigen Verfahren im Rahmen einer Ministererlaubnis abgeschlossen wurde. Mit der Integration der Ruhrgas in die E.ON verband sich, so das Hauptargument aller Befürworter, die Möglichkeit zur Umsetzung von Projekten, die bislang am Widerstand der Aktionäre und an mangelnden Finanzierungsmöglichkeiten gescheitert waren, aber als Grundlage für die erfolgreiche Geschäftstätigkeit auf liberalisierten Märkten angesehen wurden. Die Zielsetzung richtete sich insbesondere auf die Bezugsflexibilisierung durch den Aufbau eines starken Upstream-Geschäftes (Fördergeschäftes) und von Flüssigerdgas-Importstrukturen sowie die Erweiterung des osteuropäischen Beteiligungsgeschäftes.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

In der Gesamtbetrachtung konnte die Ruhrgas jedoch nicht die mit der Übernahme durch E.ON verbundenen Hoffnungen und Ziele erreichen. Dafür ausschlaggebend waren diverse unternehmenspolitische Entscheidungen, die gesamtwirtschaftliche Entwicklung sowie politische Vorgaben von weitreichender Relevanz. So konzentrierte sich die E.ON auf die Elektrizitätsversorgung als eigentliches Kerngeschäft, baute den Konzern systematisch entlang dieser Sparte auf und berücksichtigte gaswirtschaftliche Belange erst in zweiter Linie. Diese vergleichsweise Marginalisierung bot jedoch weder den Auslöser noch den ursächlichen Hintergrund für die systematische Zerschlagung der E.ON Ruhrgas zwischen 2009 und 2013. Hierfür sind relativ eindeutig vor allem externe Faktoren auszumachen: Das Unternehmen war ein Opfer der Marktliberalisierung, die u.a. durch die unterschiedliche Bewertung von Einkaufs- und Absatzverträgen eine gravierende wirtschaftliche Schieflage erzeugte. Dazu kam die Energiewende, in deren Folge die E.ON Ruhrgas innerhalb des Konzerns zunehmend in die Rolle eines Auslaufmodells geriet, das als Verfügungsmasse der wirtschaftlichen Konsolidierung der Muttergesellschaft und ihres Kerngeschäftes Elektrizität diente. Offen bleibt dabei die Frage, inwieweit eine Ruhrgas ohne Konzernbindung die Situation besser hätte bewältigen können und ob die Übernahme der Ruhrgas durch die E.ON das Ende des Gasversorgers einleitete, beschleunigte oder aber verzögerte.

3.1.7 Teer, Benzol und Ammoniak – die Anfänge der Kohlechemie

Die wesentlichen Grundbestandteile der Kohle sind Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Dazu kommen geringere Anteile Stickstoff und Schwefel. Der Wasserstoffgehalt der Steinkohle liegt zwischen 3,75 % und 6,6 %. Er fällt mit dem Inkohlungsgrad, sodass Anthrazite am unteren Ende und Gasflammenkohlen am oberen Ende der Skala rangieren, während Braunkohle mit bis zu 8 % noch höhere Werte aufweist. Kokereigas besteht rund zur Hälfte aus Wasserstoff (H_2) und zu etwa einem Viertel aus Methan (CH_4). Dazu kommen bis zu 11 % Sauerstoff (O_2) und bis zu 10 % Kohlenoxid (CO). Die Kohlenwertstoffe Teer, Ammoniak und Benzol bildeten als wichtigste kommerziell genutzte Verbindungen die Grundlagen der Kohlechemie.[155] Die Kohlechemie wurde im allgemeinen Sprachgebrauch auch als Kohleveredelung bezeichnet, doch sind die Grenzen hier fließend.[156] Zusammengefasst ließe sie sich ebenso als Kohlenwasserstoffchemie bezeichnen, denn es war vor allem der Wasserstoff, der die zahlreichen Verfahren und Produkte, die den Sektor schließlich bestimmten, ausmachte. Ähnliches gilt für das Erdöl und das Erdgas, die ihren flüssigen bzw. gasförmigen Aggregatzustand vor allem ihrem im Vergleich zur Kohle höheren Wasserstoffgehalt verdanken. Dieser liegt beim Öl bei bis zu 14 %. Besonders deutlich werden die Unterschiede auch auf molekularer Ebene. Während das Verhältnis von

155 Vgl. Abschnitt 3.1.5. Falbe, Chemierohstoffe aus Kohle, S, 2–3.
156 Siehe hierzu umfassend: Rasch: Nebenproduktenanlagen, S. 31–33.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Wasserstoff zu Kohlenstoff bei der Kohle in etwa bei 1:1 liegt, steigt es beim Öl auf 2:1 und beim Erdgas auf 4:1. Mit dem Verhältnis nimmt auch der Brennwert zu, denn hier wird pro Kohlenstoffmolekül mehr Energie bei der Verbrennung freigesetzt. Dieser liegt bei der Steinkohle bei bis zu 32 MJ/kg, beim Erdöl bei 42 MJ/Kg und beim Erdgas bei bis zu 50 MJ/kg.

Im 20. Jahrhundert wurde der mit Abstand größte Teil der Kohle im Ruhrgebiet in irgendeiner Form veredelt, also weiterverarbeitet, da sich die Reinkohle aufgrund ihrer chemischen Struktur und physikalischen Beschaffenheit nur zu Heizzwecken verwenden ließ. Schon die mechanische Verarbeitung der Kohle wie die Mahlung oder die Brikettierung von Feinkohle unter Verwendung von Bindemitteln zählt daher zu den Verfahren der Kohleveredelung. Von erheblich größerer Bedeutung war die thermisch-chemische Kohleveredelung, die die Bereiche Vergasung, Schwelung, Entgasung, Verkokung, Hydrierung, Extraktion und Oxidation umfasst. Die Kohle wird dabei aufgespalten und in ihre Bestandteile zerlegt, die dann weiterverarbeitet oder zu neuen chemischen Substanzen zusammengesetzt werden. Der Begriff der „Vergasung" bezeichnet alle Prozesse einer unvollständigen Verbrennung mit dem Ziel, technische Gase wie Kohlenmonoxid oder Synthesegas (Gemisch aus Wasserstoff und Kohlenmonoxid) zu erzeugen. Bei der Schwelung oder Tieftemperaturverkokung wird die Kohle unter Luftabschluss auf Temperaturen von 500 bis 600 °C mit dem Ziel erhitzt, möglichst große Mengen an Teer zu produzieren. Ähnlich arbeitet der Prozess der Entgasung, bei dem die Gaserzeugung im Mittelpunkt steht. Die im Ruhrgebiet relevante eigentliche Verkokung bei Temperaturen von über 1000 °C dient dagegen der Herstellung von qualitativ hochwertigem Koks zum Einsatz in der Stahlindustrie.[157] Bei der sogenannten „Hydrierung" wird Wasserstoff unter hoher Temperatur und hohem Druck an Kohlenstoff angelagert, um flüssige Kohlenwasserstoffe wie Benzine zu gewinnen. Grundsätzlich führt jede thermische Behandlung in Gegenwart von Wasserstoff zur nahezu vollständigen Umsetzung von Kohle in flüssige oder gasförmige Produkte. Die Extraktion und Oxidation spielten im Vergleich zu diesen Verfahren keine Rolle.

Aus Steinkohle lassen sich Tausende chemischer Verbindungen herstellen, sodass sie und mit ihr das Ruhrgebiet im 19. Jahrhundert zur Rohstoffgrundlage der chemischen Industrie aufstiegen. In den 1960er Jahren verlor die Kohle diese Position an das erheblich leichter zu verarbeitende Mineralöl.[158] Die Erzeugungsverfahren und Verwendungszwecke sind derart komplex und vielschichtig, dass im Folgenden aus Verständnis- und Platzgründen auf eine auch nur annähernd eingehende Darstellung verzichtet werden muss. Im Vordergrund der Betrachtung stehen daher vor allem wirtschaftliche Aspekte, während die technischen und chemischen Hintergründe nur kurz angerissen werden. Deutlich wird im Folgenden jedoch, dass das wachsende

157 Vgl. Abschnitte 3.1.3, 3.1.5 und 3.1.6.

158 Zum Verbrauch von Primärchemikalien zur Herstellung organischer Folgeprodukte und zum raschen Übergang von der Kohle zum Öl siehe: Falbe: Chemierohstoffe, S. 5; Verband der Chemischen Industrie e. V. (Hg.): Rohstoffsicherung durch Kohleveredelung, S. 6.

https://doi.org/10.5771/9783746918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Wissen im Bereich der Kohlechemie von Beginn an nicht nur ständig neue Produkte hervorbrachte, sondern die Produktionsverfahren aufeinander aufbauten und zugleich die Grundlage für einen weitreichenden Technologietransfer bildeten. Dies galt insbesondere für Erkenntnisse aus Verfahren, die mit hohem Druck und hohen Temperaturen arbeiteten. Diese Zusammenhänge werden ebenfalls beispielhaft verdeutlicht.

Abb. 12: Der „Teerbaum" mit den wichtigsten kohlechemischen Produkten[159]

159 Quelle: Sammlung Bleidick.

https://doi.org/10.5771/9783746918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Im Mittelpunkt des Interesses der Kohlechemie stand seit Mitte des 19. Jahrhunderts zunächst das Veredelungsprodukt Teer, aus dem sich zahlreiche aromatische Kohlenwasserstoffe und Derivate gewinnen lassen, darunter Benzol. Dieser war bereits seit der Antike bei der Holzkohleherstellung als Holzteer gewonnen worden und damit ein altbekanntes Produkt.[160] Steinkohlenteer erzeugten zunächst allein die Gasanstalten, sodass die verfügbaren Mengen begrenzt waren. Teer lässt sich durch Destillation in einzelne Fraktionen mit unterschiedlichen Siedepunkten zerlegen. Seit den 1830er Jahren konnte eine große Anzahl interessanter Verbindungen isoliert und im Rahmen angeschlossener chemischer Reaktionen in eine nahezu unübersehbare Fülle von Folgeprodukten umgewandelt werden. Am Anfang standen die Teerfarben und ihr Vorprodukt Anilin, das wiederum auf Benzol basiert. Aniline werden bis heute als Ausgangsstoff für die Synthese von Farben und Kunstfasern, aber auch von künstlichem Kautschuk und Medikamenten verwendet. In den 1860er Jahren erstand auf ihrer Grundlage vor allem in England, Frankreich und Deutschland die Teerfarbenindustrie. Die 1865 gegründete Badische Anilin- und Sodafabrik (BASF) ist heute der weltweit größte Chemiekonzern.[161] Auch für die Bayer AG, die ebenfalls in der ersten Liga der großen Chemiekonzerne mitmischt, bildete das Anilin 1863 den Gründungsimpuls.[162] Zusammen mit anderen Unternehmen legten die beiden Unternehmen den Grundstein für die bis heute unveränderte Bedeutung der Chemieindustrie in Deutschland, die zusammen mit der Elektrotechnik seit den 1880er Jahren eine Art zweiter Industrieller Revolution einläutete. Schon 1877 stammte die Hälfte der in der Welt verbrauchten künstlichen Farbstoffe aus Deutschland, jedoch ging diese Führungsposition durch den Ersten Weltkrieg verloren. Die Welt wurde nun bunt. Farben waren bis dahin aus natürlichen Rohstoffen erzeugt worden, aufgrund der aufwendigen Verfahren und der geringen Mengen entsprechend kostspielig und folglich ein Privileg der Oberschichten und des Adels gewesen. Nun wurde farbige Kleidung für breite Bevölkerungskreise erschwinglich und Farben drangen ab Anfang des 20. Jahrhunderts in alle Bereiche des Lebens vor.

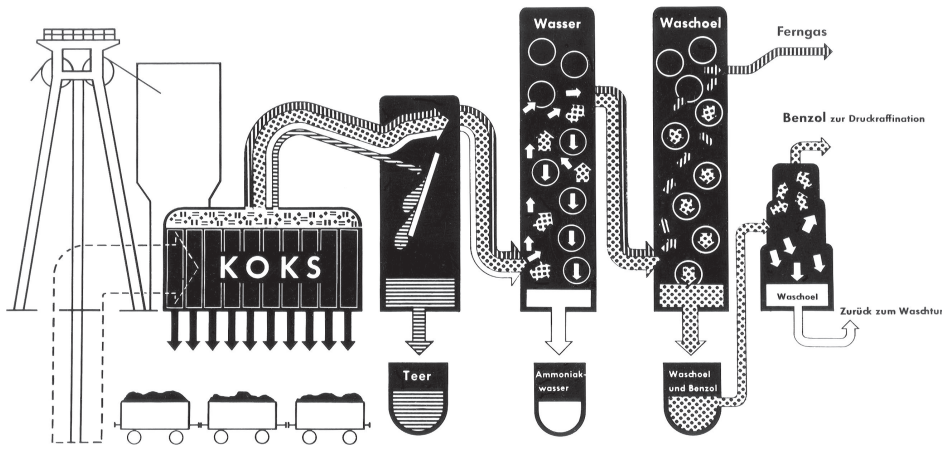
Mit der Teerfarbenindustrie begann auch die systematische wissenschaftliche Industrieforschung. Waren neue Verfahren und Produkte bis dahin vor allem durch langwierige Tüfteleien in kleinen Laboren auf empirischer Basis entwickelt worden, folgte nun die konzentrierte und zielgerichtete Suche im Rahmen dezidiert geplanter Versuchsreihen. Dadurch erhielt die Chemieindustrie nach den Farben schon bald ein wichtiges neues Arbeitsgebiet: die Synthese von Medikamenten. Weiterhin beruht die moderne Bakteriologie zu weiten Teilen auf der Verfügbarkeit von Teerfarbstoffen. Färbte man Körpergewebe ein, wurden die Bakterien plötzlich mikroskopisch sichtbar. Dies bildete etwa den Ausgangspunkt für die Entdeckung der Tuberkuloseerreger 1882 durch Robert Koch. Aus der Erkenntnis, dass Bakterien die Auslöser zahlreicher Infektionskrankheiten sind, ergaben sich wiederum Hin-

160 Osteroth: Soda, Teer und Schwefelsäure, S. 71–106.
161 BASF (Hg.): BASF-Geschichte, S. 16–18.
162 Verg/Plumpe/Schultheis: Bayer, S. 14–38.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

weise auf die Vermeidung einer Ansteckung. In den Vordergrund rückte nun die Entwicklung neuer Desinfektionsmittel, die nur die Erreger angriffen, nicht aber das Gewebe wie die bis dahin bekannten Mittel Jod, Chlorkalk und Phenol. Aus der Möglichkeit, nur Erreger, aber kein Gewebe einzufärben, entstand bereits Ende des 19. Jahrhunderts der Gedanke der Chemotherapie. Phenol ist im Übrigen ebenfalls in größeren Mengen in Teer enthalten und wurde bald zu einem wichtigen Mittel der Oberflächendesinfektion. Er bildet jedoch auch den Ausgangsstoff für ein weiteres weltbekanntes Produkt, Aus Phenol lässt sich Salicylsäure herstellen und diese in einem weiteren Schritt zu Acetylsalicylsäure weiterverarbeiten, die Ende der 1890er Jahre durch die Bayer AG und einen weiteren Produzenten unter dem Namen Aspirin auf den Markt gebracht wurde.

Abb. 13: Schema der Kohlenwertstoffgewinnung aus Kokereigas[163]



Ausschlaggebend dafür war die Steinkohle. Die Gewinnung der auch Nebenprodukte genannten Kohlenwertstoffe im Ruhrgebiet begann 1881 mit dem Bau der ersten technisch darauf ausgelegten Kokerei in Gelsenkirchen.[164] Anfangs betrieben viele Zechen ihre Kokereien nicht in Eigenregie, sondern überließen dies spezialisierten Unternehmen, die die Anlagen auch errichteten. Die Bergwerksgesellschaften konzentrierten sich zu dieser Zeit vor allem auf die Ausdehnung der Förderung und zeigten wenig Neigung, sich auf das für sie noch unbekannte Feld der Chemie vorzuwagen. Sie überließen dies aus Sorge vor einer kaum überschaubaren Konkurrenzsituation lieber anderen. Zur Jahrhundertwende änderte sich die Situation. Nun entdeckten zahlreiche Bergbauunternehmen die Kohlechemie. Hatten ihre Kokereien die Gase und mit ihnen die weiteren flüchtigen Bestandteile der Kohle bis dahin zur Ofenfeuerung verwendet, abgefackelt oder über Schornsteine in die Luft abgelassen,

163 Quelle: Historisches Archiv BP/Aral, Bochum.
164 Rasch: Nebenproduktengewinnung, S. 34–35.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

verbesserten die neuen Generationen der Koksöfen die Möglichkeit zur Gewinnung dieser Nebenprodukte. Der Ruhrbergbau entwickelte nun nach und nach mit der thermisch-chemischen Kohleveredelung ein neues gewinnträchtiges Geschäftsfeld, denn mit dem Anstieg der Kokserzeugung standen nun entsprechend zunehmende Mengen zur Verfügung. Pro Tonne Einsatzkohle fielen immerhin rund 40 bis 50 kg Teer an.

Die anfängliche Zurückhaltung war jedoch mehr als berechtigt, wenn für viele Produkte existierte noch kein größerer Markt, sondern musste sich erst langsam entwickeln. Dies galt insbesondere für Benzol und die Stickstoffverbindung Ammoniak.[165] Es musste daher darum gehen, einen potenziell ruinösen Wettbewerb zu vermeiden. Zum gemeinsamen Vertrieb der Produkte organisierten sich die Zechengesellschaften wie schon bei der Steinkohle in Syndikaten, also gemeinsamen Verkaufsgesellschaften, die Produktionsquoten und Preise festlegten. Nach Vorbild des 1893 gegründeten Rheinisch-Westfälischen Kohlen-Syndikats entstanden die Deutsche Ammoniak-Verkaufs-Vereinigung (1895), die Deutsche Teer-Verkaufs-Vereinigung (1897) und die Westdeutsche Benzol-Verkaufs-Vereinigung (1898), der Ursprung der heutigen Aral AG. Nach ihrem Firmensitz wurden sie auch als „Bochumer Verbände" bezeichnet.

Während die Zechen ihre Nebenprodukte meist eigenständig mithilfe entsprechender Anlagen in reiner Form herstellten, war dies beim Teer nicht möglich. Er musste zunächst weiterverarbeitet werden, um werthaltige und absatzfähige Derivate zu erzeugen. Dies übernahm als zentrale Einrichtung ab 1905 in Duisburg die Gesellschaft für Teerverwertung mbH. Bereits 1897 hatten die in Berlin ansässigen Rütgerswerke AG, die schon länger Teeraufbereitungsanlagen betrieben, den Sprung ins Ruhrgebiet gewagt, wo sie in Castrop-Rauxel ein bedeutendes Werk errichtete.[166] Rasch wurde die Teerverarbeitung zum wichtigsten kohlechemischen Grundlagenfeld des Ruhrbergbaus, dessen Bedeutung bis in die 1950er Jahre immer weiter zunahm. Über drei Jahrzehnte lag sein Produktionsanteil in Deutschland bei mehr als 90 %.

Galt das Interesse der Syndikate zunächst vor allem dem Vertrieb der chemischen Grundstoffe, rückte schon bald deren Weiterverarbeitung zu eigenen Produkten in den Mittelpunkt. Dazu gehörten etwa spezielle Harze und die Synthese von künstlichem Kautschuk, insbesondere aber die Erzeugung von Stickstoffverbindungen wie Düngemitteln, Salpetersäure und Sprengstoffen. Die Forschungsarbeiten des Ruhrbergbaus erfolgten teilweise in Kooperation mit der chemischen Industrie, häufiger jedoch in Konkurrenz zu dieser. Am Vorabend des Ersten Weltkrieges war schließlich

165 Detailliert dazu in diesem Abschnitt unten.

166 Rütgerswerke (Hg.): Geschichte der Rütgerswerke. Diesem Vorbild folgten weitere Unternehmen, die sich nicht der Gesellschaft für Teerverwertung anschließen wollten und ebenfalls kleinere Anlagen bauten. 1964 fusionierten schließlich aufgrund der abnehmenden Bedeutung des Steinkohlenteers die Gesellschaft für Teerverwertung und die Rütgerswerke. In den 1970er Jahren übernahm die Ruhrkohle AG das Unternehmen, das bis heute als Rütgers Germany GmbH existiert.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

eine große Anzahl unterschiedlicher Verfahren bekannt, deren großtechnische Umsetzung bereits begonnen hatte, aber vielfach noch in den Kinderschuhen steckte. Gemeinsamer Ausgangsstoff aller Verfahren war das Kokereigas, die wichtigsten daraus gewonnenen Grundelemente Stickstoff und Wasserstoff. Hervorzuheben ist dabei der Kreislaufcharakter des kohlechemischen Systems mit unzähligen, sich überkreuzenden und ergänzenden Verwendungsmöglichkeiten von Ausgangsstoffen, Zwischen- und Endprodukten.

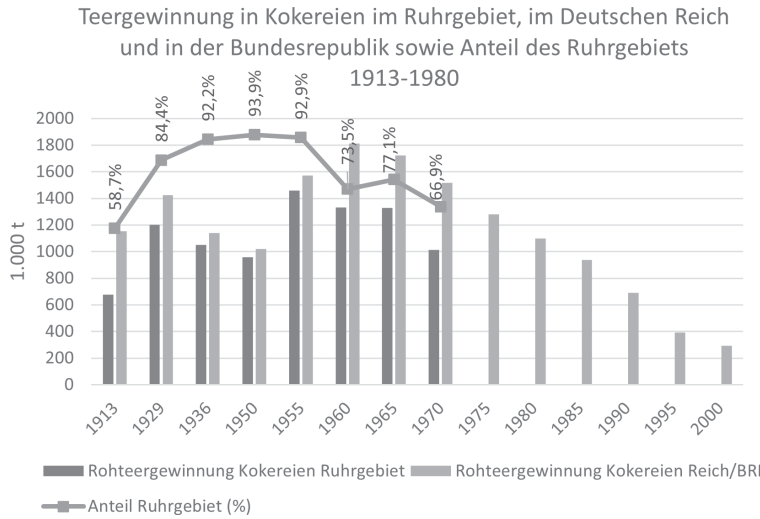
Tab. 14: Teergewinnung in Kokereien im Ruhrgebiet, im Deutschen Reich[167] und in der Bundesrepublik in 1.000 Tonnen sowie Anteil des Ruhrgebiets 1913–1980[168]

Jahr	Rohteergewinnung Kokereien Ruhrgebiet	Rohteergewinnung Kokereien Reich/BRD	Anteil Ruhrgebiet (%)
1913	677	1153	58,7
1929	1202	1425	84,4
1936	1051	1140	92,2
1950	958	1020	93,9
1955	1459	1571	92,9
1960	1331	1811	73,5
1965	1329	1724	77,1
1970	1014	1516	66,9
1975		1280	
1980		1100	
1985		939	
1990		690	
1995		391	
2000		293	

167 Wert 1913 ohne Oberschlesien.

168 Alle Werte gerundet. Werte 1950 und 1955 ohne Saarland. Ohne Ortsgaswerke. Ab 1975 keine Einzelausweis des Ruhrgebiets mehr. Fehlende Werte nicht verfügbar. Eigene Zusammenstellung und Berechnung nach: Bergbau-Verein (Hg.): Statistisches Heft, Ausgabe 22, Dezember 1924, S. 13; dsgl., Ausgabe 33, Juli 1933, S. 18; dsgl., Ausgabe 40, Juli 1939, S. 31–32; Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich 1931, S. 98; Jahrbuch des deutschen Bergbaus 1966, S. 894; Statistik der Kohlenwirtschaft (Hg.): Jahresbericht 1980, S. 43; Statistik der Kohlenwirtschaft (Hg.): Zahlen zur Kohlenwirtschaft, Nr. 35, Februar 1957, S. 36; dsgl., Nr. 59, Februar 1963, S. 41–42; dsgl., Nr. 93, Februar 1972, S. 46–47; dsgl., Nr. 119, April 1981, S. 30–31; dsgl., Nr. 142, Juni 1995, S. 21; dsgl., Nr. 147, Juni 2000, S. 21; dsgl., Nr. 155, Juni 2008, S. 21; Statistisches Jahrbuch der Bundesrepublik Deutschland, diverse Jahrgänge.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -



In der kohlechemischen Industrie wurde Wasserstoff durch eine katalytische Spaltung des im Kohlengas enthaltenen Methans mit Wasserdampf bei hohen Temperaturen erzeugt. Bei diesem Prozess entstand neben Wasserstoff auch Kohlenstoffmonooxid, das durch weitere Verfahren abgetrennt werden konnte und ebenfalls einen wichtigen Ausgangsstoff für weitere kohlechemische Prozesse darstellte. Das bei der Gasverarbeitung – heute auf Grundlage von Erdgas – entstehende Synthesegas war wiederum ein zentrales Zwischenprodukt für die Ammoniaksynthese. Das in diesem Bereich wirtschaftlich mit Abstand bedeutendste Verfahren hatten zwischen 1905 und 1913 der Chemiker Fritz Haber und der Ingenieur Carl Bosch bei der BASF entwickelt.[169] Beim Haber-Bosch-Verfahren wird ein Gasgemisch aus Wasserstoff und Stickstoff bei hohem Druck und hohen Temperaturen und ebenfalls mithilfe von Katalysatoren zu Ammoniak umgesetzt, aus dem aktuell 90 Prozent aller Düngemittel gewonnen werden. Stickstoff dagegen wird heute durch die Verflüssigung von Luft und eine anschließende fraktionierte Destillation zur Abscheidung des Sauerstoffs produziert. Vor 100 Jahren waren es jedoch auch hier das Kohlengas und die aus ihm auf verschiedenen Wegen erzeugten Stickoxide.

Diese kurzen zusammenfassenden Ausführungen verdeutlichen die enorme Relevanz der Hauptprodukte der Kohlechemie. Ihre heutige Allverfügbarkeit täuscht ein wenig darüber hinweg, welche Auswirkungen die Entwicklung der entsprechenden Erzeugungsverfahren Anfang des 20. Jahrhunderts besaßen. Deutlich wird dies etwa beim Stickstoff. Die Überdüngung der Äcker ist heute ein gravierendes Umweltproblem, denn stickstoffreiches Wasser führt unter anderem zum Absterben von Gewässern durch übermäßigen Algenwuchs. Gleichzeitig sorgt aber eine ausreichende Düngerzufuhr für ein entsprechendes Pflanzenwachstum, das wiederum die Grund-

169 Mittasch: Ammoniaksynthese; Osteroth: Soda, Teer und Schwefelsäure, S. 150–161.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

lage der Welternährung darstellt. Immerhin hängt auch die Fleischproduktion von der Verfügbarkeit pflanzlichen Futters ab.

Im 19. Jahrhundert war dagegen ein Mangel an Dünger die Regel. 1798 prognostizierte der britische Nationalökonom Thomas Robert Malthus, dass die Weltbevölkerung erheblich schneller als die Nahrungsmittelerzeugung ansteigen würde. Folglich seien Hungerkatastrophen in Zukunft unvermeidbar. In der Geschichtswissenschaft wird dieses Szenario als sogenannte „Malthusianische Falle" bezeichnet. Gewisse Erfolge bei der Abmilderung der Problematik wurden durch die Weiterentwicklung landwirtschaftlicher Anbaumethoden und die Züchtung ertragreicherer Pflanzen erzielt. Gelöst wurde sie jedoch – ungeachtet der damit verbundenen Umweltprobleme – durch den Einsatz der modernen Chemie mittels Pflanzenschutzmitteln und Kunstdünger. So verdreifachte sich die Bruttobodenproduktion in Getreideeinheiten von rund 700 Kilo pro Hektar im Jahr 1800 auf 2,3 t in 1925. Ende der 1970er Jahre erreichte sie 4,5 t und ist seither weiter angestiegen.[170] Anfang des 19. Jahrhunderts war durchaus bekannt, dass eine Düngung der Äcker mit Jauche und Mist sowie Kalk das Pflanzenwachstum beflügelte, nur wurden die Zusammenhänge noch nicht verstanden. Dies änderte sich durch Justus von Liebig, der als erster umfassend erkannte, dass Pflanzen ihren Kohlenstoffbedarf in Form von Kohlendioxid aus der Luft decken, alle anderen Nährstoffe jedoch in Form löslicher Salze mit dem Wasser aus dem Boden ziehen. Außerdem stellte er fest, dass die drei wichtigsten Nährstoffe Stickstoff, Phosphor und Kali in einem ausgewogenen Mengenverhältnis vorhanden sein müssen. Mit seinem 1840 veröffentlichten Werk zur Agrarchemie wurde er zum Begründer dieses neuen wissenschaftlichen Teilbereichs der Disziplin und zum Wegbereiter der Düngemittelindustrie.

In den 1860er Jahren entwickelte sich in Deutschland und anderen Ländern die sogenannte Superphosphatindustrie als erster Zweig des neuen Sektors. Superphosphat ist eine Mischung aus Monocalciumphosphat und Gips und wurde aus phosphathaltigem Gestein erzeugt. Als das Thomas-Verfahren[171] ab Ende der 1870er Jahre die Verwendung phosphorhaltiger Eisenerze in der Eisen- und Stahlindustrie ermöglichte, wurde diese zum zweiten wichtigen Lieferanten. Der Phosphor war in der Schlacke gebunden, die dann in aufbereiteter und gemahlener Form auf den Markt kam. Das sogenannte Thomasmehl deckte in Deutschland 1900 knapp die Hälfte des Gesamtbedarfs an Phosphordünger im Umfang von 1,2 Mio. t. Die Kohle war also indirekt auch an diesem Sektor beteiligt. Kali ist ebenfalls ein bergbauliches Erzeugnis, soll aber hier nicht weiter betrachtet werden, da im Ruhrgebiet keine Vorkommen liegen.

Beim Stickstoff spielte die Kohle dann eine herausragende Rolle. Die um 1900 eingesetzten Stickstoffdüngemittel stammten aus zwei Quellen. Im Vordergrund standen zunächst Salpeter, also Natriumnitrat bzw. ein Natriumsalz der Salpetersäure. Der Begriff Nitrat verweist dabei auf den Stickstoffgehalt. Natürlicher Salpeter kommt vor

170 Herrmann: Landtechnik, S. 164–170.
171 Vgl. Abschnitt 3.1.3.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

allem in Chile vor. Die dortigen Lagerstätten bestehen aus abgelagertem Vogelkot, der auch als Guano bezeichnet und seit den 1820er Jahren bergbaulich gewonnen wird. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wuchsen die Importe nach Europa rasant an. Zur Jahrhundertwende verbrauchte Deutschland rund 350.000 t. Ein gewisser Teil davon wurde jedoch nicht in der Landwirtschaft verwendet, sondern in der Sprengstoffindustrie. Salpeter besaß daher auch eine enorme kriegswirtschaftliche Bedeutung.

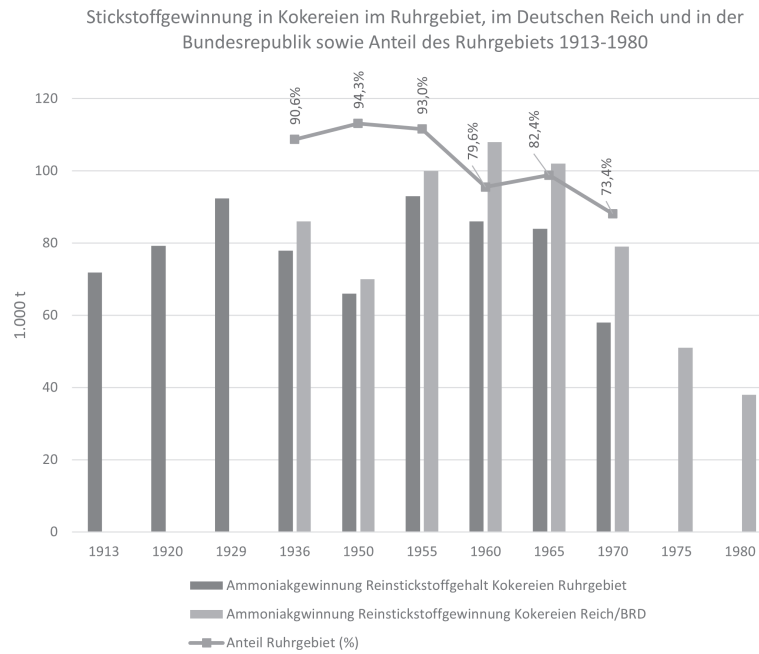
Tab. 15: Ammoniakstickstoffgewinnung in Kokereien im Ruhrgebiet, im Deutschen Reich[172] und in der Bundesrepublik in 1.000 Tonnen sowie Anteil des Ruhrgebiets 1913–1980[173]

Jahr	Ammoniakgewinnung Reinstickstoffgehalt Kokereien Ruhrgebiet	Ammoniakgewinnung Reinstickstoffgehalt Kokereien Reich/BRD	Anteil Ruhrgebiet (%)
1913	71,8		
1920	79,2		
1929	92,4		
1936	77,9	86,0	90,6
1950	66,0	70,0	94,3
1955	93,0	100,0	93,0
1960	86,0	108,0	97,6
1965	84,0	102,0	82,8
1970	58,0	79,0	73,4
1975		51,0	
1980		38,0	

172 Wert 1913 ohne Oberschlesien.

173 Alle Werte gerundet. Werte 1950 und 1955 ohne Saarland. Ohne Ortsgaswerke. Ab 1975 keine Einzelausweis des Ruhrgebiets mehr. Fehlende Werte nicht verfügbar. Eigene Zusammenstellung und Berechnung nach: Bergbau-Verein (Hg.): Statistisches Heft 22, Dezember 1924, S. 13; dsgl., Ausgabe 33, Juli 1933, S. 18; dsgl., Ausgabe 40, Juli 1939, S. 31–32; Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich 1931, S. 98; Jahrbuch des deutschen Bergbaus 1966, S. 894; Statistik der Kohlenwirtschaft (Hg.): Jahresbericht 1980, S. 43; Statistik der Kohlenwirtschaft (Hg.): Zahlen zur Kohlenwirtschaft, Nr. 35, Februar 1957, S. 36; dsgl., Nr. 59, Februar 1963, S. 41–42; dsgl., Nr. 93, Februar 1972, S. 46–47; dsgl., Nr. 119, April 1981, S. 30–31; dsgl., Nr. 142, Juni 1995, S. 21; dsgl., Nr. 147, Juni 2000, S. 21; dsgl., Nr. 155, Juni 2008, S. 21.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -



Daneben wurden als Dünger rund 100.000 t Ammonsulfat aus Kokereien und Gasanstalten verwendet.[174] Ammoniak ist eine Verbindung aus Stickstoff und Wasserstoff, Ammonsulfat ein Salz von Ammoniak und Schwefelsäure. Beim Kokereiprozess verbinden sich die in der Kohle vorhandenen Mengen von Stickstoff und Schwefel zu Ammonsulfat, das dann aus dem Kokereigas ausgewaschen werden kann. Schwefelsäure gehört ebenfalls zu den wichtigsten Grundstoffen der Industrialisierung und seine Herstellung war gleichermaßen energieintensiv.[175] Unter anderem wurde sie in großen Mengen bei der Farbenproduktion benötigt. Der Ammoniakanteil in der Kohle ist vergleichsweise gering. Tatsächlich liegt er bei maximal 1,5 %. Die Ausbeute ließ sich folglich nicht technisch steigern, sondern nur durch eine Erhöhung der Koks und Gaserzeugung.

Folglich erwies sich die Importabhängigkeit vom Salpeter für alle Industrienationen als großes Problem und um die Jahrhundertwende begann die Suche nach einem Verfahren zur synthetischen Erzeugung von Ammoniak aus Luft, die zu rund 80 % aus Stickstoff besteht. Es galt nun, dieses unerschöpfliche Vorkommen zu nutzen. Den Anfang machten, wie erwähnt, die später mit Nobelpreisen geehrten

174 Umfassend dazu: Baumann: Giftgas und Salpeter, S. 64–74.

175 Osteroth: Soda, Teer und Schwefelsäure, S. 136–144. Im Ruhrgebiet existierten zwei größere Erzeugungsanlagen, die beide über deren Tochter Ruhr-Schwefelsäure GmbH zur Ammoniak-Verkaufsvereinigung bzw. der Ruhrstickstoff AG gehörten: die Chemische Fabrik Curtius GmbH in Duisburg und die Chemische Industrie GmbH in Bochum-Riemke. Beide wurden im Zuge der Kohlenkrise stillgelegt.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Forscher Haber und Bosch bei der BASF, wobei ihnen das grundlegende Verfahren von Beginn an klar war. Ammoniak besteht mit der Summenformel NH_3 zu einem Volumenteil aus Stickstoff und zu drei Volumenteilen aus Wasserstoff, aus denen sich dann zwei Volumenteile Ammoniakgas bilden lassen. Diese Umsetzung erfolgt jedoch nur unter hohem Druck bei gleichzeitig hoher Temperatur, während der Wasserstoff sehr reaktiv ist. Es ging also vordergründig darum, eine Apparatur zu entwickeln, die diesen Bedingungen auch im Bereich der den Prozess animierenden Katalysatoren dauerhaft standhielt und im großtechnischen Maßstab funktionierte. Hierzu wurde ein Versuchszeitraum von annähernd zehn Jahren benötigt. Das Verfahren lief in seinen wichtigsten Grundzügen folgendermaßen ab: zur Erzeugung von Stickstoff aus der Luft wurde der Generatorgasprozess genutzt. Dabei kam es zur Bindung des Sauerstoffs an Kohlenstoff unter Bildung von Kohlendioxid. Die Gewinnung von Wasserstoff erfolgt im sogenannten Wassergasprozess. Dabei bläst man Wasserdampf auf glühenden Koks und erhält so ein Gemisch aus Wasserstoff und Kohlendioxid. Durch die Kombination beider Reaktionen in einem Generator entsteht ein Gemisch aus Wasserstoff, Stickstoff und Kohlendioxid. Nach Abscheidung des Kohlendioxids wurde das Synthesegas aus Wasserstoff und Stickstoff in Reaktoren bei 500 °C bei einem Druck von 200 bar zu Ammoniak umgesetzt. Der Prozess war folglich sehr energieintensiv. Im Frühjahr 1914 lief die erste Ammoniaksynthesefabrik der Welt in Oppau bei Ludwigshafen mit einer Tagesleistung von 30 t an.[176]

Unter Kriegsbedingungen und angesichts des ab Herbst 1914 rasant ansteigenden Bedarfs an Stickstoff für die Sprengstoffproduktion war die Kapazität der Anlage von etwa 10.000 t pro Jahr deutlich zu gering. Die BASF wurde daher schon bald zu einer Erweiterung aufgefordert. Diese erfolgt aus Gründen des Luftschutzes jedoch schon nicht mehr bei Ludwigshafen, sondern bei Leuna im Kreis Merseburg in der Nähe des mitteldeutschen Braunkohlereviers.[177] So konnte der enorme Energiebedarf der Synthesestickstoff-Erzeugung gedeckt werden. 1917 ging dieses Werk mit einer Kapazität von 30.000 Jahrestonnen in Betrieb, während gleichzeitig der Ausbau auf 130.000 t lief. Damit war der Grundstein für einen der wichtigsten neuen deutschen Chemiestandorte gelegt, der schließlich systematisch ausgebaut wurde und in der DDR neben Bitterfeld eines der beiden großen Chemiezentren bildete.

Zu Beginn des Ersten Weltkriegs existierten jedoch noch keine Großanlagen zur Produktion von Salpetersäure aus Ammoniak, mit denen der Chilesalpeter hätte ersetzt werden können. Federführend in diesem Bereich war das Ruhrgebiet, wo die Bochumer Gewerkschaft Lothringen 1908 die weltweit erste Pilotanlage mit einer Jahresleistung von 1.500 t in Betrieb genommen hatte, die nach dem von dem späteren Chemienobelpreisträger Wilhelm Ostwald kurz zuvor entwickelten Katalyseverfahren arbeitete. Die auch hier große Problematik der Katalysatorenmaterialien

176 Baumann: Giftgas und Salpeter, S. 97–100.
177 Ebd., S. 544–546.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

wurde schließlich mit Hilfe der BASF gelöst, nachdem die Kriegsrohstoffabteilung des Reiches die Kooperation animiert hatte. Mitte 1915 arbeitete in Bochum-Gerthe eine erste Anlage, der schon im nächsten Jahr eine zweite folgte. Die Kapazität betrug nun fast 150.000 t/a, sodass Bochum zwischenzeitlich zum deutschen Zentrum in diesem Bereich aufstieg. 1918 wurden unter Beteiligung des Staates die Chemischen Werke Lothringen gegründet. In den 1920er Jahren übernahmen dann die Interessengemeinschaft Farbenindustrie AG (IG Farben) den Reichsanteil und baute die Anlagen noch einmal aus, um sie dann jedoch 1931 während der Weltwirtschaftskrise zu schließen und die Produktion in Oppau und Leuna zu konzentrieren.[178] Heute hat die preisgünstige Ammoniak-Oxidation nach dem Ostwald-Verfahren alle anderen Verfahren verdrängt.

Abb. 14: Benzolwaschtürme der Kokerei Nordstern, 1955[179]

178 Nedelmann: Chemie im Ruhrgebiet, S. 8–9.
179 Quelle: Historisches Archiv BP/Aral, Bochum.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Benzol war das dritte bedeutende Produkt der Kohlechemie. Es wurde ebenfalls aus dem Kokereigas mit entsprechenden Reinigungsanlagen herausgewaschen. Bis ins 20. Jahrhundert diente es vor allem als Chemiegrundstoff. Nachdem vor dem Ersten Weltkrieg die Bemühungen, Benzol als Motorenkraftstoff zu etablieren, erfolglos geblieben waren, entschloss sich der in Bochum ansässige Benzol-Verband (BV) 1924 zum Aufbau eines eigenen Tankstellennetzes. Grundlage des Geschäftes war der beim BV entwickelte erste Super-Kraftstoff, ein Gemisch aus 60 % Benzin und 40 % Benzol, für das das Akronym „Aral" aus den Anfangsbuchstaben der beiden Komponenten **Ar**omaten (Benzole) und **AL**iphaten (Benzine) komponiert wurde.[180]

Abb. 15: Die Tankstelle vor der Bochumer Hauptverwaltung der BV-Aral, um 1958[181]

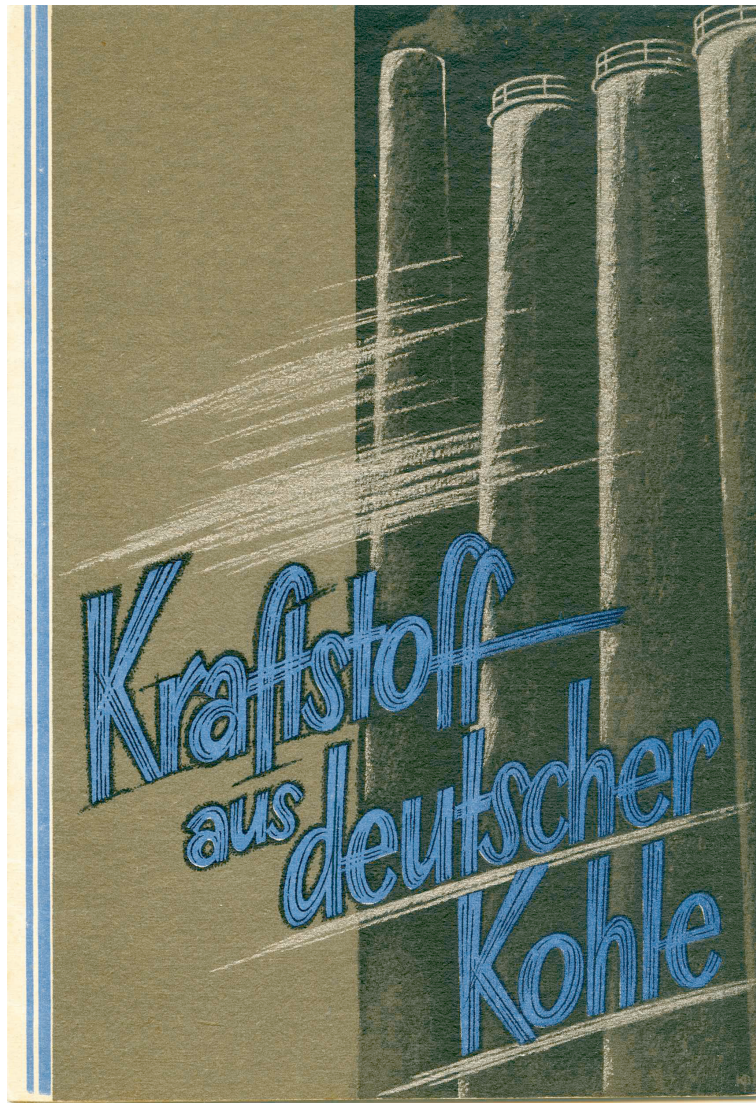
Benzol besitzt einen höheren Brennwert als Benzin, sodass seine Beimischung zum Kraftstoff die Leistung der Motoren verbesserte und außerdem durch seine Klopffestigkeit den Motor schonte.[182] Bis 1930 errichtete der BV im Verlauf der ersten Motorisierungswelle deutschlandweit etwa 5.000 Tank- und Zapfstellen und avancierte bald zum Marktführer im Kraftstoffvertrieb – eine Position, die das seit Anfang der 1960er Jahre als Aral AG firmierende Unternehmen bis heute besitzt. Zwischen

180 Bleidick: Kraftstoffwirtschaft; Lüthgen: Benzol-Verband; Aral AG (Hg.): Hundert Jahre Aral.
181 Quelle: Historisches Archiv BP/Aral, Bochum.
182 Unter Klopffestigkeit versteht man die Eigenschaft eines Treibstoffs, in einem Motor nicht unkontrolliert durch die Kompression zu verbrennen, sondern nur ausgelöst durch die Zündkerze.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

1937 und Kriegsende waren Aral-Kraftstoffe ein reines Kohleprodukt. Das Benzol stammte aus den Kokereien, das Benzin aus der Kohlehydrierung.[183] Anfang der 1960er Jahre endete die Ära der Benzolgemische, die zwar bleifrei, aber ebenfalls gesundheitsschädlich waren. Superbenzin wird seither mit Additiven produziert. Mitte der 1980er Jahre begann die Zeit des bleifreien Benzins.

Abb. 16: Aral-Werbebroschüre 1937[184]



183 Siehe Kapitel 3.1.8.
184 Quelle: Historisches Archiv BP/Aral, Bochum.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Benzol wurde seit Anfang der 1950er Jahre durch die hydrierende Druckraffination zu diversen Produkten verarbeitet, darunter neben Motorenbenzol die Lösungsmittel und Chemieausgangsprodukte Toluol und Xylol. Wie weitere Inhaltsstoffe wurden sie in den 1960er Jahren zur Grundlage der Kunststoffproduktion, darunter das Vinylbenzol, das auch als Styrol bezeichnet wird und in Form von Polystyrol einen der heute wichtigsten Kunststoffe überhaupt darstellt. Die zentrale Anlage des Ruhrgebiets befand sich in der Raffinerie der Scholven Chemie AG[185] in Gelsenkirchen. Mittlerweile werden Benzole aus Erdöl gewonnen. Bis in die 1970er Jahre besaß jedoch das Ruhrgebiet eine überragende Position in diesem Bereich der chemischen Industrie.

Abb. 17: Aral-Tanklager am Rhein-Herne-Kanal, 1958[186]

185 Siehe Kapitel 3.1.9.
186 Quelle: Historisches Archiv BP/Aral, Bochum.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Tab. 16: Benzolgewinnung in Kokereien im Ruhrgebiet, im Deutschen Reich[187] und in der Bundesrepublik in 1.000 Tonnen sowie Anteil des Ruhrgebiets 1913–1980[188]

Jahr	Rohbenzolgewinnung Kokereien Ruhrgebiet	Rohbenzolgewinnung Kokereien Reich/BRD	Anteil Ruhrgebiet (%)
1913	129	194	66,5
1929	341	-[189]	
1936	301	326[190]	92,3
1950	271	290	93,4
1955	437	473	92,4
1960	403	556	72,5
1965	401	518	77,4
1970	290	438	66,2
1975		360	
1980		316	
1985		257	
1990		187	
1995		115	
2000		76	

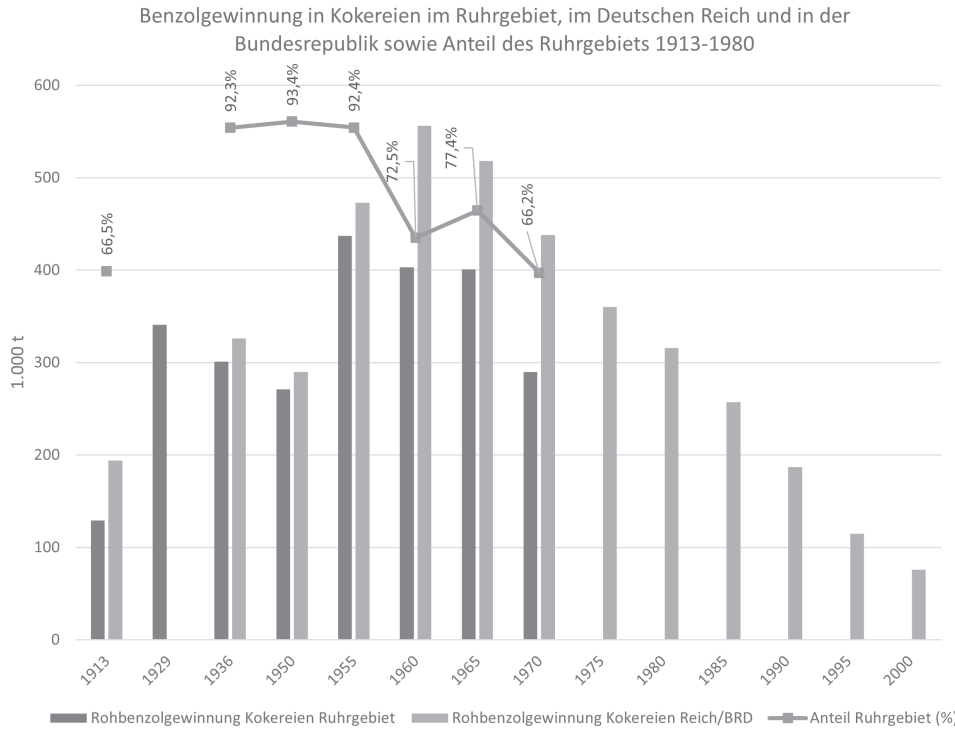
187 Wert 1913 ohne Oberschlesien.

188 Alle Werte gerundet. Werte 1950 und 1955 ohne Saarland. Ohne Ortsgaswerke. Ab 1975 keine Einzelausweis des Ruhrgebiets mehr. Fehlende Werte nicht verfügbar. Eigene Zusammenstellung und Berechnung nach: Bergbau-Verein (Hg.): Statistisches Heft 22, Dezember 1924, S. 13; dsgl., Ausgabe 33, Juli 1933, S. 18; dsgl., Ausgabe 40, Juli 1939, S. 31–32; Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich 1931, S. 98; Jahrbuch des deutschen Bergbaus 1966, S. 894; Statistik der Kohlenwirtschaft (Hg.): Jahresbericht 1980, S. 43; Statistik der Kohlenwirtschaft (Hg.): Zahlen zur Kohlenwirtschaft, Nr. 35, Februar 1957, S. 36; dsgl., Nr. 59, Februar 1963, S. 41–42; dsgl., Nr. 93, Februar 1972, S. 46–47; dsgl., Nr. 119, April 1981, S. 30–31; dsgl., Nr. 142, Juni 1995, S. 21; dsgl., Nr. 147, Juni 2000, S. 21; dsgl., Nr. 155, Juni 2008, S. 21; Statistisches Jahrbuch der Bundesrepublik Deutschland, diverse Jahrgänge.

189 (327,4) Wert aufgrund geänderter Erhebungsmethode nicht vergleichbar, daher hier nicht genannt.

190 Gebiet der späteren Bundesrepublik.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -



3.1.8 Wasserstoff – Wachstumstreiber der Kohlechemie

Nach kriegsbedingten Verzögerungen gewann die kohlechemische Entwicklung ab Mitte der 1920er Jahre auch im Ruhrgebiet wieder an Fahrt. Die Grundlage dafür bildeten die durch die technische Rationalisierung der Montanindustrie perspektivisch freiwerdenden großen Kokereigasmengen. Außerdem suchten die Bergwerksgesellschaften weitere Möglichkeiten, um ihren Absatz zu steigern und gleichzeitig eine Wertverbesserung der Kohle zu erzielen. Den ausschlaggebenden Faktor bildete zunächst die wachsende Konkurrenz der Braunkohle im Energiesektor und der BASF bzw. der ab 1924 neu gegründeten IG Farben bei der Stickstofferzeugung durch das Haber-Bosch-Verfahren. Wie in Kapitel 3.1.6 beschrieben, stand der Bergbau außerdem vor einem Sortenproblem, verfügte also über große Mengen Kohlen, die aufgrund ihrer Konsistenz bzw. ihrer chemischen Beschaffenheit schlecht verkäuflich waren. Diese eignen sich jedoch hervorragend zur weiteren Verarbeitung durch die unterschiedlichen Syntheseverfahren oder aber durch die sogenannte Kohleverflüssigung oder Hydrierung. Mit dieser verband sich ein weiterer Quantensprung der Kohlechemie, der schließlich während des Nationalsozialismus zu ungeahnter Bedeutung aufsteigen sollte.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Die mittlerweile etablierte Stickstoffsynthese machte den Anfang, denn es lag nahe, die dafür benötigten enormen Wasserstoffmengen aus dem Kokereigas zu gewinnen. Aus dem anfänglichen Nebenprodukt Stickstoff wurde nun ein Hauptprodukt. Da das bei diesem Prozess anfallende Restgas wegen seines hohen Brennwerts von der Eisen- und Stahlindustrie nachgefragt wurde, entstand hierdurch zudem ein Stoffverbund mit der bald aufkommenden Stickstoffindustrie. Zwischen 1926 und 1939 wurden im Ruhrgebiet fünf Stickstoffwerke gegründet, von denen allerdings nicht alle die Weltwirtschaftskrise überlebten.[191] Auch wenn die Produktion im Ruhrgebiet auf 130.000 t in 1938 anstieg, erwies sich das Stickstoffgeschäft aufgrund der harten Konkurrenz der chemischen Industrie und von Überangeboten auf dem Weltmarkt als durchgängig problematisch. Mit den Stickstoffwerken der Gewerkschaft Victor in Castrop-Rauxel, der Ruhrchemie AG in Oberhausen-Holten in der Hibernia AG in Gelsenkirchen-Scholven sollen an dieser Stelle drei erwähnt werden, da diese Unternehmen später auch im Bereich der Kohlehydrierung aktiv wurden. Hervorzuheben ist, dass der auf diese Art und Weise produzierte Stickstoff synthetisch war und damit in gewisser Weise sowohl technisch als auch gedanklich den Grundstein für die Einführung der ebenfalls synthetischen Herstellung von Kohlenwasserstoffen aus Steinkohle bildete.

1913 meldete der Chemiker Friedrich Bergius das weltweit erste Verfahren zur Erzeugung von flüssigen oder löslichen organischen Verbindungen aus Steinkohle zum Patent an.[192] Bei der Hydrierung wird, wie oben erwähnt, Wasserstoff anderen chemischen Elementen oder Verbindungen hinzugefügt. Feste Kohle, die anders als Rohöl sehr wasserstoffarm ist, kann auf diesem Weg direkt in flüssige Kohlenwasserstoffverbindungen umgewandelt werden. Dabei wird die komplexe Struktur der Steinkohle aufgebrochen und zu einfacheren Molekülen umgebaut. Unabhängig von der Ölraffination existierte damit ein zweiter Weg zur Erzeugung von Kraftstoffen. Und anders als bei dieser liegt der Ursprung der Hydrierung im Ruhrgebiet. Bergius hatte zwar seine grundlegenden Versuche in seinem Labor in Hannover gemacht, wechselte dann aber zum Metallurgieunternehmen Th Goldschmidt AG nach Essen. Das Unternehmen sah im kriegsbedingt anwachsenden Kohlenwasserstoffbedarf eine gute Geschäftsgelegenheit und plante den Bau einer Erzeugungsanlage, die sich allerdings nicht realisieren ließ. Zu groß waren die technischen Schwierigkeiten, zu hoch die Kosten. Erfahrungen im Bereich der Hochdrucksynthesen besaß eben bis dahin nur die BASF über das Haber-Bosch-Verfahren. Und wie bei diesem waren in der Anfangsphase der Hydrierung vor allem die Katalysatoren das große Problem. 1926 war es schließlich kein Ruhrgebietsunternehmen mehr, das die Forschungen von Bergius fortsetzte und das Verfahren zur großtechnischen Reife entwickelte, sondern die finanzstarke IG Farben, in der die BASF mittlerweile aufgegangen war. Wenig überraschend wurde dazu das Stickstoffwerk Merseburg umgebaut, wo 1927

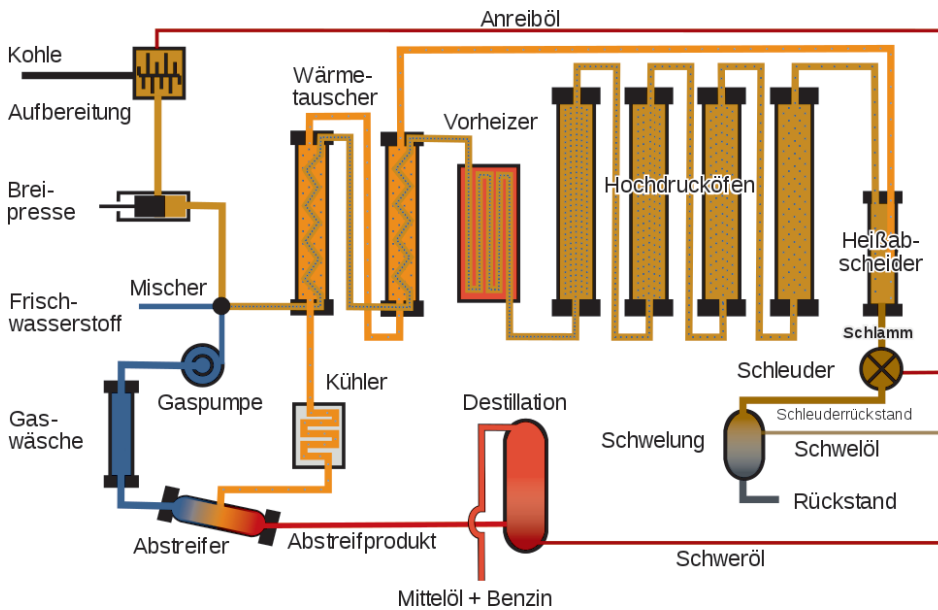
191 Broich: Petrochemie, S. 7.
192 Umfassend dazu: Rasch Bergius; Peters/Zehnter: 150 Jahre Th. Goldschmidt, S. 42–51.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

die erste Hydrieranlage nach dem Bergius-Pier-Verfahren in Betrieb ging. Als zweiter Namensgeber fungierte hier der IG Farben-Chemiker Matthias Pier.

Dieses direkte Hydrierverfahren von Steinkohle verlief im Wesentlichen in drei Verfahrensschritten.[193] Zunächst wurde die leichtflüchtige Kohle getrocknet, dann gemahlen und mit im Verfahrensverlauf gewonnenem Öl zu einem pumpfähigen Kohlebrei vermischt. Die eigentliche Hydrierung zerfiel in zwei Phasen. In der sogenannten „Sumpfphase", in Grafik 7 in der Mitte zu sehen, wurde der Kohlebrei mit Wasserstoff unter einem Druck von rund 300 bar bei über 400 °C aufgespalten. Das Verfahren erforderte große Mengen Wasserstoff, die aus Kokereigas und in besonderen Wasserstoffanlagen aus heißem Koks und Wasserdampf gewonnen wurden. Auf die Hydrierung folgte in der nachfolgenden Abstreifer-Destillation, hier unten in der Mitte, die Zerlegung der verflüssigten Kohle in verschiedene Zwischenprodukte wie Benzin, Mittelöl und Schweröl. Das Mittelöl gelangte danach in die „Gasphase", wurde dort ebenfalls zu Benzin aufhydriert und anschließend destilliert.

Grafik 7: Kohlehydrierung nach dem Bergius-Pier-Verfahren[194]



Die Hydrierung war äußerst energieintensiv und daher in marktwirtschaftlicher Perspektive völlig unrentabel. Für eine Tonne Kraftstoff wurden etwa zwei Tonnen Einsatzkohle, zur Erzeugung von Energie und Wasserstoff aber weitere fünf Tonnen benötigt. In technischer Perspektive allerdings schuf das Hydrierverfahren wichtige

193 Krönig: Kohlehydrierung, Theimer: Öl und Gas aus Kohle, S. 40–55.
194 Quelle: Wikipedia, gemeinfrei.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Grundlagen für spätere Verfahren der Mineralölraffination wie etwa bei der Entschwefelung und den beim Hydrocracken eingesetzten Katalysatorsystemen.[195] An solche Synergie-Effekte dachte zu dieser Zeit natürlich niemand. Hatte der wissenschaftliche und technische Nachweis eines funktionsfähigen Verfahrens bei der Stickstoffsynthese noch mit konkreten wirtschaftlichen Perspektiven zusammengehangen, verbanden sich mit der Hydrierung zunächst hypothetische Zukunftshoffnungen. Diese wurden etwa durch die weitverbreitete Meinung beflügelt, dass die weltweiten Ölvorräte bald erschöpft seien, sodass sich die teure Kohleverflüssigung auf lange Sicht rentieren würde. Außerdem ging man davon aus, dass die technische Entwicklung den Energiebedarf des Prozesses massiv reduzieren würde.

Hinter den Erfolgen der Chemieindustrie wollte und konnte der Ruhrbergbau nicht zurückstehen. Sollten sich die Prognosen bewahrheiten, muss man in diesem zentralen Perspektivfeld konkurrenzfähig sein, um nicht auf die Rolle des Kohlelieferanten degradiert zu werden. Es ging um das Prestige und damit war eigenes Know-how notwendig. Bereits 1912 hatte die Branche in Mülheim an der Ruhr das Kaiser-Wilhelm-Institut (KWI) für Kohlenforschung gegründet, das seither allein von ihm finanziert wurde.[196] Solche Forschungseinrichtungen existierten in vielen Bereichen der Grundlagenforschung und firmieren heute unter dem Namen Max-Planck-Institute (MPI). Im Ruhrgebiet war das Institut die erste und lange Zeit einzige Einrichtung im Bereich der naturwissenschaftlichen Großforschung. Es existiert bis heute. 1981 wurde es um das MPI für Chemische Energiekonversion ergänzt. Das Schwesterinstitut für Eisenforschung entstand dagegen nicht im Ruhrgebiet, sondern 1917 in Düsseldorf am Sitz des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute.

Mit der Einrichtung des KWI gewannen die Kohlewissenschaften eine neue Qualität. Anfang der 1920er Jahre nahm Institutsleiter Franz Fischer zusammen mit dem Chemiker Hans Tropsch die Forschung im Bereich der Kokereigasverwertung auf. 1925 gelang den beiden die Entwicklung der nach ihnen benannten Fischer-Tropsch-Synthese.[197] Bei dieser wird als Synthesegas eine Mischung aus Wasserstoff und Kohlenmonoxid eingesetzt, die sich aus praktisch allen kohlenstoffreichen Rohstoffen wie Kohle, Erdgas oder auch Biomasse gewinnen lässt. Damit besitzt das Fischer-Tropsch-Verfahren eine erheblich größere Grundstoffbasis als das Bergius-Pier-Verfahren. Da das Verfahren außerdem mit geringeren Temperaturen und Drücken arbeitete, versprach es zudem bessere Wirkungsgrade und damit eine bessere Rentabilität. Der dritte Vorteil liegt in der enorm breiten Produktpalette, die neben Benzinen bis hin zu diversen Gasen und sogar Wachsen reicht. Am vergleichsweise geringeren Benzinanteil und weiteren verfahrensbedingten Besonderheiten, auf die im weiteren Verlauf noch zurückgekommen wird, lag es aber dann schließlich, dass das Fischer-Tropsch-Verfahren bei seiner späteren großtechnischen Umsetzung hinter dem Bergius-Pier-Verfahren

195 Siehe hierzu umfassend und gemeinverständlich erläutert: Mineralölwirtschaftsverband (Hg.): Mineralöl und Raffinerien.
196 Umfassend dazu: Rasch: Kaiser-Wilhelm-Institut.
197 Frohning u. a.: Fischer Tropsch-Synthese; Theimer: Öl und Gas aus Kohle, S. 72–89.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

zurückblieb. Es sollte erst in der zweiten Hälfte der 1930er Jahre große Erfolge feiern, als im Ruhrgebiet mehrere solcher Anlagen in Betrieb gingen. Insgesamt waren beide Verfahren während der 1920er Jahre durch die Konkurrenz des billigen Kraftstoffes der internationalen Ölkonzerne zunächst aber völlig ungeeignet für einen kommerziellen Betrieb. So blieb das 1927 in Leuna von der IG Farben nach dem IG-Verfahren, einer Weiterentwicklung des Bergius-Pier-Verfahrens, in Betrieb genommene Hydrierwerk für fast zehn Jahre die einzige Anlage ihrer Art in Deutschland, die allerdings wasserstoffreiche Braunkohle verwendete. Sie besaß eine Kapazität von 100.000 t Benzin pro Jahr. Die noch nicht völlig ausgereifte Technik sowie vor allem die Kapitalarmut der deutschen Wirtschaft in den 1920er Jahren und die anschließende Weltwirtschaftskrise verhinderten schließlich ebenfalls einen früheren Bau weiterer Werke. Vorerst konzentrierte der Ruhrbergbau sich auf die oben beschriebene Stickstoffgewinnung, bei der man ebenfalls eigenständige Entwicklungen verfolgte, um die Patente der IG Farben zu umgehen. Festzustellen bleibt jedoch bereits jetzt, dass das Ruhrgebiet heute über eine annähernd hundertjährige Tradition im Bereich der Forschung und Entwicklung synthetischer Kraftstoffe auf Wasserstoffbasis verfügt und auch die Produktionserfahrungen nur wenig jünger sind.

Während des Nationalsozialismus änderte sich die Situation dann grundlegend. Nach der Machtsicherung orientierte sich die Wirtschaftspolitik recht bald auf die Aufrüstung, um das Deutsche Reich innerhalb weniger Jahre kriegsfähig zu machen. Eine zentrale Rolle spielte dabei die sogenannte „Autarkie", die Unabhängigkeit Deutschlands von Importen aus dem Ausland. Und gerade im Bereich der Kraft- und Schmierstoffe lag angesichts der geringen einheimischen Ölvorkommen eines der größten Probleme. Die wenigen in Norddeutschland gelegenen Raffinerien produzierten vor allem Schmierstoffe, während nahezu die gesamte Kraftstoffversorgung auf dem Import von Fertigprodukten basierte. Man setzte folglich auf den Ausbau der vorhandenen Strukturen im Bereich der Schmierstoffproduktion und bei der Kraftstoffproduktion unter Berücksichtigung der Autarkieziele auf den in großen Mengen verfügbaren Rohstoff Kohle. Dies galt neben der Steinkohle ebenso für die Braunkohle. Auch die Kraftstoffwirtschaft zeigte sich grundsätzlich einverstanden mit dieser Entscheidung. Die internationalen Mineralölkonzerne sahen in einem möglichen Kapazitätsaufbau im Raffineriesektor eine erhebliche Gefahr für ihre lukrativen Fertigprodukte, während der Ruhrbergbau und die IG Farben im Gegenzug von der kohlenbasierten Treibstoffproduktion eine Verbesserung der Geschäfte erwarteten. Schließlich wurde bis Kriegsbeginn in Deutschland in Hamburg nur eine einzige neue Erdölraffinerie errichtet.[198]

Trotz der grundsätzlichen Einigkeit war an ein gemeinsames Vorgehen der beiden großen Branchen der deutschen Industrie nicht zu denken.[199] Schon in den ausgehenden 1920er Jahren waren Verhandlungen der Ruhrgas und der Vereinigte

198 Karlsch/Stokes, S. 166–169.
199 Siehe zum Folgenden umfassend: Bleidick: 90 Jahre Energie, S. 24–43.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Stahlwerke AG mit den IG Farben über eine Übernahme des Hydrierverfahrens an unterschiedlichen Vorstellungen über die Konditionen gescheitert. Und auch die Wiederaufnahme der Gespräche 1933 brachte keine entscheidende Änderung. Der Chemiekonzern befand sich in einer besseren Ausgangslage, hatte er doch bereits 1932 mit dem Reichswirtschaftsministerium Verhandlungen über den Ausbau der synthetischen Kraftstofferzeugung in Leuna aufgenommen und setzte diese nun fort. Den endgültigen Bruch mit dem Ruhrbergbau markierte der im Dezember 1933 ohne Kenntnis der Zechengesellschaften abgeschlossene sogenannte „Benzinvertrag". Hierin verpflichteten sich die IG Farben gegen umfangreiche Preisgarantien des Reiches zur Erweiterung der Erzeugungskapazitäten von Braunkohlebenzin im Leunawerk auf 300.000 t pro Jahr.[200] Dies entsprach dem mehr als Dreifachen der bisherigen Leistung. Und auch der nächste Schritt verlief ohne Beteiligung des Ruhrbergbaus, denn angesichts der gut funktionierenden und mittlerweile etablierten Braunkohlenhydrierung entwickelten die Nationalsozialisten weitere Aktivitäten in diesem Bereich.

Im Herbst 1934 eröffnete das Reichswirtschaftsministerium den überraschten Managern der Braunkohlenindustrie, dass sich die zehn wichtigsten Unternehmen der Branche am Aufbau eines Gemeinschaftsunternehmens beteiligen müssten, das jährlich bis zu 500.000 t Braunkohlenbenzin produzieren sollte. Diese lehnten eine freiwillige Mitwirkung an dem Projekt kategorisch ab, da sie es für unwirtschaftlich und technisch einengend hielten. Die Reichsregierung ordnete daraufhin eine „Pflichtgemeinschaft der Braunkohlenindustrie" an, die unter Aufsicht eines Reichskommissars im Oktober die Braunkohle-Benzin AG (Brabag) gründete. Auch die Brabag erhielt später Reichsgarantien, doch wurden die beteiligten Unternehmen zu umfangreichen Investitionen gezwungen. Bis 1939 wurden vier Benzinwerke errichtet, von denen drei nach dem IG-Verfahren und eines nach dem Fischer-Tropsch-Verfahren arbeiteten, dessen weltweite Generallizenz seit Herbst 1934 bei der Ruhrchemie AG und damit im Ruhrgebiet lag.[201]

Auch im deutschen Steinkohlenbergbau fehlte anfangs das Interesse an einem Einstieg in die synthetische Benzinproduktion. Ausschlaggebend dafür waren einerseits die absehbar hohen Kosten für Betriebsanlagen, andererseits aber die scharfe Konkurrenz zur IG-Farben, der man als Lizenzinhaberin des Hydrierverfahrens nicht nur wegen der hohen Lizenzkosten mehr als skeptisch gegenüberstand. Dazu fehlten aussagekräftige Erfahrungen mit dem brancheneigenen Fischer-Tropsch-Verfahren. Viel wichtiger war jedoch, dass der Bergbau mit dem Benzol-Verband und seiner Marke Aral über eine florierende Tankstellengesellschaft verfügte, die das in den Kokereien in großen Mengen anfallende Benzol absetzte. Und auch die Teerdestillationen der Zechen lieferten prinzipiell Grundstoffe, die zu Treibstoff weiterverarbeitet werden konnten. Folglich zog der Ruhrbergbau allein aus Kostenaspekten diese in

200 Birkenfeld: Der synthetische Treibstoff, S. 26–34.
201 Rasch: Ruhrchemie, S. 182.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

bereits bestehenden Standardanlagen erzeugten Nebenprodukte sämtlichen anderen Erzeugungsvarianten vor.

Abb. 18: Die Kammerstraße des Hydrierwerks Scholven, 1938[202]

Allerdings waren die Unternehmen durch die Entwicklungen im Braunkohlensektor gewarnt, dass ein zu starker Widerstand gegen eventuelle Forderungen der Reichsregierung zu einer ähnlichen Situation würde führen können. Für eine gewisse Entspannung sorgte daher die Entscheidung der Hibernia AG, als erste Vertreterin des Ruhrbergbaus in die Steinkohlenhydrierung einzusteigen. Diese fiel wahrscheinlich bereits Anfang 1935, nachdem entsprechende Großversuche mit Steinkohle im IG Farben-Werk Ludwigshafen erfolgreich abgeschlossen worden waren. Für die Vorreiterrolle der Hibernia und den Standort Scholven sprachen zahlreiche Gründe. Zunächst ging es wie bereits 1929 beim Bau des Scholvener Stickstoffwerks um die Verwertung schlecht absetzbarer flüchtiger Steinkohlensorten. Außerdem konnten hier die bestehenden Werksanlagen kostensparend umgebaut und weiter genutzt werden, während mit dem Kraftwerk Scholven die notwendige Energieinfrastruktur zur Verfügung stand. Allerdings hätte die Hibernia wahrscheinlich auch ohne diesen Hintergrund die Vorreiterrolle übernommen. Als einziges Staatsunternehmen im Ruhrbergbau war sie zwangsläufig prädestiniert für willfähriges Verhalten und einen vorauseilenden Gehorsam gegenüber dem Regime. Die Leitungsgremien des Unternehmens ließen sich nicht nur willig für dessen Ziele einspannen, sondern förderten sie nach Kräften. Und folglich gab der Staat nicht nur eine Kostendeckungsgarantie, sondern anders als bei der Brabag

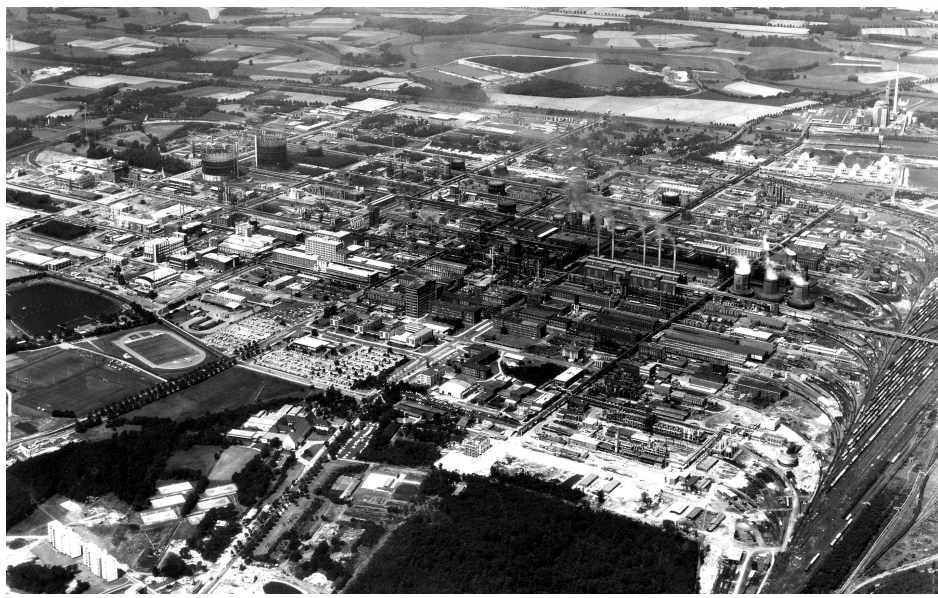
202 Quelle: Historisches Archiv BP/Aral.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

auch eine Anschubfinanzierung. Wirtschaftliche Argumente waren angesichts dieser Konstellation aber von vergleichsweise geringer Bedeutung.

Im Juli 1935 wurde der Bau der Hydrieranlage beschlossen und gleichzeitig als Betriebsgesellschaft die Hydrierwerk Scholven AG gegründet. Nach nur knapp einjähriger Bauzeit ging am 7. Juli 1936 in Gelsenkirchen die weltweit erste großindustrielle Steinkohlenhydrierung mit einer Erzeugungskapazität von 125.000 t Autobenzin und 12.000 t Treibgas pro Jahr in Betrieb. Als Absatzorganisation fungierte der Benzol-Verband, der über das Aral-Tankstellennetz ab 1937 nur noch Kraftstoff aus einheimischer Erzeugung vertrieb.

Abb. 19: Die Chemischen Werke Hüls 1967[203]



Da die Anlagen des Hydrierwerks Scholven bereits im ersten Betriebsjahr ausgelastet waren, begannen 1937 die Planungen zum Ausbau auf eine Kapazität von 200.000 t pro Jahr. Im Frühjahr 1939 nahm der neue Betriebsteil die Produktion auf, und im Juni wurde das Werk auf die Erzeugung von Flugkraftstoffen umgestellt. Zu dieser Zeit liefen bereits die Vorarbeiten zu einem neuen Großprojekt, das ebenfalls nicht zufällig bei der Hibernia angesiedelt wurde. Das Hydrierwerk Scholven sollte zum mit Abstand größten Benzinproduzenten auf Steinkohlenbasis erweitert werden und mit einer Kapazität von dann bis zu 600.000 t pro Jahr das Niveau der beiden Spitzenanlagen Leuna und Pölitz im mitteldeutschen Braunkohlenrevier erreichen. Da sich dies kriegsbedingt nicht realisieren ließ, verblieb das Hydrierwerk Scholven bis zum Kriegsende auf dem Produktionsvolumen von 1939, das mit annähernd 200.000 t Kraftstoffen

203 Quelle: Evonik Industries AG, Konzernarchiv Marl.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

pro Jahr bis 1943 auch weitgehend ausgeschöpft werden konnte. Erst 1944 halbierte sich die Erzeugung wegen der Stilllegung des Werkes infolge des Bombenkrieges.

Dazu kamen erhebliche Mengen an „Treibgas", das beim Betrieb von Lastkraftwagen Verwendung fand, vor allem aber per Pipeline als Chemiegrundstoff zur Produktion des synthetischen Kautschuks „Buna" an die in direkter Nachbarschaft liegenden neu gegründeten Chemischen Werke Hüls in Marl geliefert wurde.[204] Im Gegenzug erhielt das Hydrierwerk Scholven von dort reinen Wasserstoff. Die Standortwahl des ab 1938 errichteten Buna-Werkes, an dem die Hibernia neben der IG-Farben beteiligt war, resultierte maßgeblich aus dieser Nähe. Naturkautschuk war ebenfalls ein Mangelprodukt, das importiert werden musste, im Kriegsfall folglich nicht zur Verfügung stand und daher aus Sicht der Nationalsozialisten dringend zu ersetzen war. Die Lösung bot das Buna, zu dem hier nicht mehr gesagt sei, außer dass es ebenfalls auf Grundlage des Steinkohlengases mit hoher Energieintensität erzeugt wurde. Das Werk besteht als Chemiepark Marl mit erweiterter Ausrichtung bis heute.

Der Fall der Brabag und die Entwicklungen um die Hibernia wurden vom Ruhrbergbau als das verstanden, was sie waren: ein deutliches Signal, sich den Wünschen des Regimes zu beugen und eigenständig Aktivitäten im Kraftstoffsektor zu entfalten. Bereits im Herbst 1935 gründeten die Aktionäre der Ruhrchemie AG nach deren Vorbild die Ruhrbenzin AG, die umgehend mit der Erweiterung ihrer in Oberhausen seit 1934 arbeitenden Fischer-Tropsch-Versuchsanlage begann. Außerdem nahmen weitere Unternehmen des Ruhrbergbaus die Projektierung eigener Anlagen auf.[205] Bis 1939 wurden im Ruhrgebiet so sechs von insgesamt neun deutschen Fischer-Tropsch-Anlagen in Betrieb genommen. Die anderen arbeiteten mit Braunkohle. Der Anteil des Ruhrgebiets an den Gesamtkapazitäten von 686.000 t/a lag bei mehr als der Hälfte, womit die Region auch hier zum bedeutenden Kraftstofferzeuger aufstieg.

Tab. 17: Hydrierwerke nach dem Fischer Tropsch-Verfahren[206]

Jahr[207]	Standort	Betreiber	Einsatzstoff	Kapazität 1943/44 in t/a
1936	Schwarzheide	Braunkohle-Benzin AG	Braunkohle	180.000
1936	Oberhausen	Ruhrchemie AG	Steinkohle	75.000
1936	Moers	Gewerkschaft Rheinpreußen	Steinkohle	73.000
1936	Castrop-Rauxel	Gewerkschaft Victor	Steinkohle	40.000
1937	Wanne-Eickel	Krupp Treibstoffwerke GmbH	Steinkohle	61.000
1937	Bergkamen	Chemische Werke Essener Steinkohle AG	Steinkohle	85.000
1939	Dortmund	Hoesch-Benzin AG	Steinkohle	48.000

204 Lorentz/Erker: Hüls, S. 21–134.
205 Mollin: Montankonzerne, S. 66–67.
206 Eigene Zusammenstellung nach: Rasch: Kohlechemie im Revier, S. 190.
207 Jahr des Produktionsbeginns.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

1939	Deschowitz	Schaffgotsch Benzin GmbH	Braunkohle	34.000
1939	Lützkendorf	Mitteldeutsche Treibstoff- und Oelwerke AG	Braunkohle	90.000
				686.000

Abb. 20: Eingang und Belegschaftshaus des Hydrierwerks der Gelsenberg Benzin AG, 1940[208]

Auch bei der Gelsenkirchener Bergwerks AG (GBAG), der größten europäischen Bergbaugesellschaft, kam es schon im Herbst 1935 zu weitreichenden Überlegungen, in die Fischer-Tropsch-Synthese einzusteigen. Sie stellte diese jedoch zunächst noch zurück. Mit dem „Treibstoffprogramm" und schließlich dem „Vierjahresplan" erhöhte das nationalsozialistische Regime 1936 den Druck. Alle Zechengesellschaften standen damit vor der Alternative, Herr im eigenen Haus zu bleiben oder aber staatliche Interventionsmaßnahmen unklaren Ausmaßes zu provozieren. Letztlich ging es ihnen aber nicht um irgendeine Form des Widerstandes, sondern allein um die Finanzierungsfrage, denn die Zustimmung zum Regime war wohl in keiner Branche derart hoch wie in der Montanindustrie. Und hier kam der Staat allen am Vierjahresplan beteiligten Unternehmen weit entgegen. Er gab nicht nur die geforderten Preisgarantien, sondern öffnete ihnen auch den seinerzeit für Privatgesellschaften weitgehend verschlossenen Kapitalmarkt, sodass über die Emission von Aktien und Anleihen wieder Geld aufge-

208 Quelle: Historisches Archiv BP/Aral, Bochum.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

nommen werden konnte. Während die meisten Unternehmen sich für die Fischer-Tropsch-Synthese entschieden, musste die GBAG umdisponieren. Sie hatte zwar ihr ursprünglich auf eine Kapazität von 50.000 t Autobenzin pro Jahr ausgelegtes Projekt auf 150.000 t erweitert, wurde aber nun vom Reichswirtschaftsministerium dazu veranlasst, die Anlage auf die Erzeugung von Flugbenzin auszulegen. Da die mit der Fischer-Tropsch-Synthese erzeugten Kraftstoffe jedoch eine vergleichsweise geringe Klopffestigkeit besaßen und sich damit nicht für den Einsatz in Flugzeugen eigneten, wurden die Planungen geändert. Der Bau eines Hydrierwerks nach dem IG-Verfahren ermöglichte beides, erst die Erzeugung von Autobenzin und dann die Umstellung auf Flugbenzin.

Ende 1936 gründete die GBAG die Tochtergesellschaft Gelsenberg Benzin AG als Trägergesellschaft des Hydrierwerks. Als Standort der Anlage bot sich ein Gelände in Gelsenkirchen-Horst nordöstlich der unternehmenseigenen Zeche Nordstern 3/4 an. Koks wurde von der neuen Zentralkokerei Nordstern am Rhein-Herne-Kanal bezogen. Strom und Dampf lieferte das werkseigene Kohlekraftwerk. Der Bau des Hydrierwerks begann im März 1937 und konnte nach knapp zweieinhalb Jahren im August 1939 abgeschlossen werden, nachdem die ersten Anlagen bereits Mitte 1939 in Betrieb gegangen waren. Dies bedeutete eine Überschreitung des ursprünglich angesetzten Fertigstellungstermins um mehr als ein Jahr. Bereits während der Planung des Werkes wurde die ursprüngliche Kapazität auf 200.000 t/a Autobenzin erhöht. Mitte 1938 folgte die Auflage zur Umstellung der Anlage auf Flugbenzin und Erhöhung der Kapazität auf 250.000 t/a. Bis Ende 1942 wurde das Werk in der vierten, abschließenden Ausbaustufe auf 340.000 t/a erweitert. Die Produktion lag während des Zweiten Weltkrieges aufgrund von Zerstörungen und Wasserstoffversorgungsengpässen teilweise erheblich unter den Anlagenkapazitäten. Dies galt für die gesamte Kraftstoffproduktion im Ruhrgebiet, die allerdings bis zum Sommer 1944 insgesamt auf hohem Niveau weiterlief und erst dann nach massiven Bombardements zusammenbrach. Ausschlaggebend für die Aufrechterhaltung des Betriebs war ein bedingungsloser Einsatz von Zwangsarbeitern und Kriegsgefangenen. Mit dem Krieg endete auch die rüstungspolitisch induzierte Sonderkonjunktur der Kohlechemie in Deutschland.

Bis 1939 wurde der Bau von zwölf Hydrierwerken nach dem IG-Verfahren begonnen, die bis 1941 in Betrieb gingen. Neun davon befanden sich im mitteldeutschen Braunkohlerevier bzw. in Oberschlesien und im „Sudetenland" und drei im Ruhrgebiet. Neben Scholven und Gelsenberg betrieb die Ruhröl in Bottrop eine Anlage. Diese war mit einer Kapazität von 130.000 t/a erheblich kleiner und verarbeitete Teer.[209] Der Anteil des Ruhrgebiets an den Hydrierkapazitäten erreichte rund 18 %. Insgesamt existierten im Deutschen Reich Kohleverflüssigungskapazitäten im Umfang von knapp 5 Mio. t/a. Davon entfielen etwas mehr als 1 Mio. t/a oder 21 % auf das Ruhrgebiet.

209 Karlsch/Stokes, S. 189.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Tab. 18: Hydrierwerke nach dem IG-Verfahren[210]

Jahr	Standort	Betreiber	Einsatzstoff	Kapazität 1943/44 in t/a
1927	Leuna	I.G. Farbenindustrie AG	Braunkohle	650.000
1936	Böhlen	Braunkohle-Benzin AG	Braunkohlenteer	250.000
1936	Magdeburg	Braunkohle-Benzin AG	Braunkohlenteer	220.000
1936	Gelsenkirchen	Hibernia AG	Steinkohle	280.000
1937	Bottrop	Ruhröl GmbH	Pech	130.000
1939	Gelsenkirchen	Gelsenberg-Benzin AG	Steinkohle	340.000
1939	Tröglitz/Zeitz	BRABAG	Braunkohlenteer	280.000
1940	Lützkendorf	Mitteldeutsche Treibstoff- und Oelwerke AG	Teer, Öl	50.000
1940	Pölitz	Hydrierwerke Pölitz AG	Steinkohle, Öl	700.000
1941	Wesseling	Union Rheinische Braunkohlen Kraftstoff AG	Braunkohle	260.000
1943	Brüx	Nordböhmische Kohlenwerks-AG	Braunkohlenteer	600.000
1943	Blechhammer	Oberschlesische Hydrierwerke AG	Steinkohle, Teer	420.000
				4.230.000

Abb. 21: Geschmückter Kesselwagen zum Betriebsbeginn des Hydrierwerks, 1939[211]

210 Zusammengestellt nach: Birkenfeld: Der synthetische Treibstoff.
211 Quelle: Historisches Archiv BP/Aral, Bochum.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

3.1.9 Von der Kohlechemie zur Petrochemie – das Ruhrgebiet als Raffineriestandort

Nachdem Zweiten Weltkrieg sollte sich die Funktion des Ruhrgebiets als mit Abstand bedeutendste deutsche Energieregion noch einmal verstärken. Aus dem Kohlerevier wurde ein Kohle-Öl-Revier, jedoch mit dem Unterschied, dass diese Position allein auf der Weiterverarbeitung beruhte. Den Hintergrund der Entwicklung bildeten die in der Vorkriegszeit aufgebauten kohlechemischen Strukturen. Und bis heute spielt das Ruhrgebiet als Raffineriestandort eine wichtige Rolle für die Versorgung mit Kraftstoffen und petrochemischen Produkten.[212]

Dabei hatte es zunächst völlig anders ausgesehen. Die Hydrier- und Synthesewerke waren gegen Kriegsende stark zerstört und auch die Nebenproduktenanlagen der Zechen trugen deutliche Zeichen des Bombenkrieges. Während hier der Wiederaufbau parallel lief und mit der Förderung auch der Ausstoß an Gas, Teer, Benzol und Ammoniak schon Anfang der 1950er Jahre wieder auf dem Niveau von 1936 lag, standen die Hydrierwerke zunächst still. Wie kaum ein anderer Wirtschaftszweig galten sie als herausragendes Beispiel für die deutsche Rüstungsindustrie. Die Erzeugung von Kraftstoffen aus Kohle wurde daher von den Alliierten im August 1945 verboten und viele Anlagen beschlagnahmt. Trotz des ab 1947 beginnenden Kalten Krieges und der sich nun abzeichnenden Westintegration der westlichen Besatzungszonen standen sie auch weiterhin auf den Demontagelisten der Alliierten und sollten abgebaut werden. Und tatsächlich bestand zunächst auch kein Bedarf an Hydrierprodukten, gab es doch kaum Kraftfahrzeuge oder andere Verbraucher. Im Gegenteil erschienen die energieintensiven Hydrierwerke den energiewirtschaftlich bereits erheblich stärker in Richtung Öl orientierten Briten und Amerikanern zurecht als autarkiebedingte Sonderentwicklung Deutschlands. Dabei hatten sie aber auch als Mutterstaaten der weltweit dominierenden sieben großen Ölkonzerne eigene wirtschaftliche Interessen im Blick. Die spätere Bundesrepublik war mangels eigener Vorkommen und Verarbeitungskapazitäten schon in den 1920er Jahren ein Fertigproduktimportland und es bestand kein Grund, dies zu ändern. 1949 betrug der Gesamtverbrauch an Mineralölen 1,7 Mio. t, wovon 850.000 t aus einheimischer Förderung stammten und weitgehend zu Schmierstoffen verarbeitet wurden.[213] Dazu führte die Bundesrepublik rund 1 Mio. t Fertigprodukte wie Benzin ein.

Allerdings zeichnete sich bereits zu dieser Zeit die rasante Entwicklung des Verbrauchs in den 1950er Jahren am Horizont ab, denn im Vergleich zu anderen Industrienationen hatte Westdeutschland einen immensen Nachholbedarf. Schon Ende der 1940er Jahre kam es daher zu einer ersten Neuorientierung der alliierten Ölpolitik. Die alliierte Militärregierung berücksichtigte neben den Raffinerien nun auch einige westdeutsche Hydrierwerke bei ihren Planungen zur Umstellung der deutschen Mineralölwirtschaft auf die Verarbeitung von Rohöl im Rahmen des Mar-

212 Siehe zum Folgenden umfassend: Bleidick: 90 Jahre.
213 Thümen: Die deutsche Mineralölwirtschaft, S. 595.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

shall-Plans. Fertigprodukte wie Benzine sollten nicht mehr wie bisher vorrangig importiert, sondern im Inland erzeugt werden. Hierin ist sicherlich die wichtigste qualitative Veränderung zu sehen, denn sie zog durch ihre konsequente Umsetzung die Entstehung einer eigenständigen deutschen Raffineriewirtschaft nach sich. Wie bedeutsam dieser Wandel war, zeigte sich schnell, denn bereits 1954 bezogen sich fast 90 % der Einfuhren in die Bundesrepublik auf Rohöl. Mit dem Wirtschaftswunder hatte der Ölboom auch in der Bundesrepublik begonnen. Deckte das Erdöl 1950 gerade 4 % des Primärenergiebedarfs, waren es 1957 bereits 11 % und 1964 dann 36 %. Die Verarbeitungskapazitäten erreichten jetzt 70 Mio. t. Der Rohöldurchsatz der deutschen Raffinerien stieg von 3,3 Mio. t auf 63 Mio. t, der Inlandsabsatz von Mineralölprodukten von 4 Mio. t auf rund 70 Mio. t.[214] Die jährlichen Steigerungsraten lagen bei teilweise mehr als 20 %. Wichtigste Verbraucher waren neben dem Straßenverkehr die Industrie und die Bundesbahn, wo Fertigungsprozesse und Antriebe umgestellt wurden, sowie die nun aufkommende Ölheizung. Dazu begann auch in der chemischen Industrie die Abkehr von der Kohle und der Umstieg auf den neuen Rohstoff Mineralöl.

Abb. 22: Die ersten Roḧoldestillationstürme der Raffinerie Scholven, 1952[215]

214 Alle Werte Elfert/Schürmann (Hg.): 60 Jahre Energie Informationsdienst, S. 64–65; Jahrbuch des deutschen Bergbaus 1965, S. 930.

215 Quelle: Historisches Archiv BP/Aral, Bochum.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Dass die Hydrierwerke des Ruhrgebiets am Anfang dieser Entwicklung standen, lag an ihrer spezifischen Anlagentechnik, die relativ einfach auf die Verarbeitung von Mineralöl umgebaut bzw. ergänzt werden konnte, sodass keine kompletten Neuanlagen errichtet werden mussten. Im Grunde waren Kohlehydrierwerke Mineralölraffinerien sehr ähnlich, nur mit dem Unterscheid, dass sie das zur Produktion von Kraftstoffen benötigte Öl aus Kohle zunächst selbst herstellten. Dazu wurde die wasserstoffarme Kohle durch die Anlagerung von Wasserstoff in flüssige Produkte umgewandelt und dann weiterverarbeitet. In Raffinerien ist dieser Schritt nicht nötig, da Erdöl in der Regel einen erheblich höheren Wasserstoffgehalt besitzt. Es kann daher nach der Erhitzung direkt in Destillationstürme geleitet und in unterschiedliche Produktgruppen zerlegt werden. Bei dieser Fraktionierung steigen die verdampften Anteile des Öls in den Türmen empor, kühlen sich dabei ab und gehen nach und nach wieder in flüssigen Zustand über. Die dabei entstehenden Fraktionen werden über Zwischenböden in den Türmen seitlich abgeleitet. Es verbleibt ein auf diesem Weg nicht zu verarbeitender Rückstand, der in modernen Raffinerien in einer Vakuumdestillation unter vermindertem Druck und dadurch erheblich reduzierten Siedepunkten erneut destilliert wird. Es folgen verschiedene Crack-Verfahren zur weiteren Zerlegung der erzeugten Produkte. Diese Schritte übernahm nun im Ruhrgebiet zunächst die Hydrierung, sodass dieser nur noch Destillationsanlagen vorgeschaltet werden mussten. Das Verfahren war in dieser Hinsicht äußerst anpassungsfähig. Die Fahrweise der Anlagen vereinfachte sich zudem durch den Wegfall spezieller Kohlebetriebe, während die Leistung wuchs und der Wasserstoffverbrauch sank.[216]

Abb. 23: Die Raffinerie und das Kraftwerk Scholven, um 1975[217]

216 Pier: Hydrierung, S. 691.
217 Quelle: Historisches Archiv BP/Aral, Bochum.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Anfang der 1950er Jahre wurden die beiden Gelsenkirchener Hydrierwerke der Scholven-Chemie AG und der Gelsenberg Benzin AG als Raffinerien wieder in Betrieb genommen. Der Staat unterstützte die im Vergleich zu reinen Raffinerien teurere Produktion bis 1964 durch ermäßigte Steuersätze, die sogenannte Hydrierpräferenz. Dazu kamen die beiden Fischer-Tropsch-Anlagen der Krupp Treibstoffwerke in Wanne-Eickel und der Chemischen Werke Bergkamen, während bei allen anderen die Produktion nicht mehr aufgenommen wurde. Scholven und Gelsenberg gehörten von Beginn an zu den größeren der in der Bundesrepublik 1951 existierenden Mineralölwerke. Mit einer Kapazität von 800.000 t pro Jahr lag Gelsenberg zusammen mit dem ehemaligen Hydrierwerk Wesseling an der Spitze.[218] Gelsenberg sollte seine Position für rund zwei Jahrzehnte halten und Scholven nach wenigen Jahren ebenfalls in die Spitzengruppe der fünf leistungsstärksten Raffinerien vorstoßen. Gelsenberg erreichte Ende der 1950er Jahre eine Kapazität von 3,3 Mio. t, Scholven von 1 Mio. t.[219] Bis in die 1970er Jahre wurden beide Werke auf 7 bzw. 10 Mio. t/a systematisch erweitert. Scholven war nun die größte bundesdeutsche Anlage. Die frühe Spitzenstellung der beiden Gelsenkirchener Unternehmen entstand auch dadurch, dass sich die Muttergesellschaften GBAG und Hibernia bald zu sogenannten „Zebras" entwickelten, Zechengesellschaften mit maßgeblichen Mineralölinteressen, die in dem zweiten Standbein schon früh ein ertragreiches Geschäft sahen und es entsprechend mit hohen Investitionen förderten. So gelang es, mit der Expansion der Branche nicht nur Schritt zu halten, sondern noch Marktanteile auszubauen. Innerhalb des Ruhrbergbaus führte diese den Brancheninteressen teilweise zuwiderlaufende Orientierung zu regelmäßigen Spannungen.

Während die Gelsenberg-Raffinerie von Beginn an mehr auf die Kraftstofferzeugung ausgelegt war, ging die Raffinerie Scholven schließlich stärker in Richtung der Produktion chemischer Grundstoffe. Dies war wenig verwunderlich, denn die Muttergesellschaft Hibernia besaß traditionell starke Interessen im Chemiesektor und hielt weiterhin 25 % an den Chemischen Werken in Hüls. Ein zentraler Faktor für die Standortwahl in Marl war seinerzeit die Nähe zum Scholvener Werk als Lieferant der Ausgangschemikalien Ethylen und Acetylen gewesen.[220] Auch die Gelsenberg Benzin AG war nach Inbetriebnahme des Werkes 1939 in diesen Verbund integriert worden. Nun verstärkte sich die Nachfrage durch die Weiterentwicklung des Hülser Produktionsspektrum und die sukzessive Umstellung auf die Petrochemie durch die verstärkte Einbindung von Erdgas und Ölprodukten.[221] Neben synthetischem Kautschuk gewannen jetzt Kunststoffe, Lösungsmittel und Waschmittelrohstoffe an Bedeutung und mit ihnen die Ausgangsstoffe Ethylen und Propylen zur Herstellung von Polyethylen und Polypropylen, den heute weltweit wichtigsten Kunststoffen mit

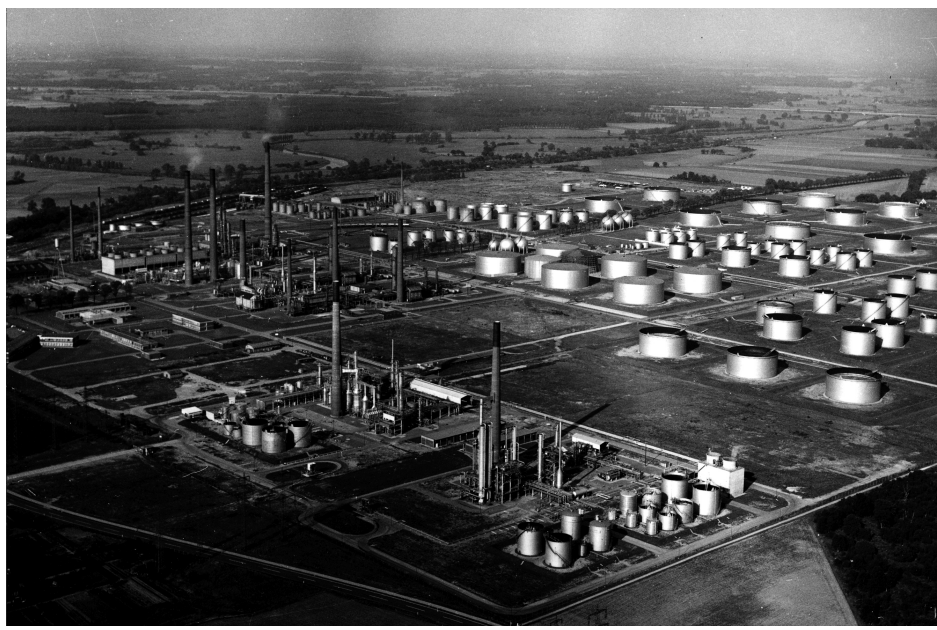
218 Gensch: Verarbeitungsstätten.
219 Die Rohölverarbeitungskapazität der westdeutschen Raffinerien, in: Erdöl und Kohle 11 (1958), S. 209.
220 Lorentz/Erker: Hüls, S. 40–54.
221 Kränzlein: Chemie, S. 175–176.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

einem Anteil von mehr als 50 Prozent an der Gesamterzeugung. Für die Umstellung der Verarbeitungsverfahren von Kohle auf Öl wurden außerdem olefinische Nebenprodukte benötigt, ungesättigte Kohlenwasserstoffe mit hoher Reaktionsfreudigkeit, die im Erdöl nicht vorhanden sind, sondern durch Verarbeitungsprozesse wie das Cracken (Aufspalten) gewonnen werden müssen. Dieser enge Chemieverbund im nördlichen Ruhrgebiet existiert bis heute.

Daneben entstanden im Ruhrgebiet weitere Raffinerien, darunter die Anlagen der Ruhrchemie AG in Oberhausen, der Ruhrbau GmbH in Mülheim/Ruhr, der Kleinholz Mineralöl GmbH in Essen, der Fina in Duisburg und schließlich am bedeutendsten die der BP Benzin und Petroleum AG in Bucholtwelmen bei Hünxe mit einer Maximalkapazität von 9,9 Mio. t/a. Die Region avancierte hierdurch zum mit Abstand bedeutendsten Raffineriestandort der Bundesrepublik, der 1960 knapp ein Drittel der Gesamtkapazitäten beherbergte. Zusammen mit dem Raum Köln verfügte Nordrhein-Westfalen über fast 60 % der Kapazitäten. Norddeutschland als ursprüngliches Zentrum verlor dagegen an Bedeutung. Schon in den 1960er Jahren verstärkte sich die Tendenz nach Süden in den Großraum Frankfurt-Ludwigshafen-Karlsruhe und nach Bayern in den Raum Ingolstadt. Heute ist Nordrhein-Westfalen weiterhin der wichtigste Standort. Gelsenkirchen rangiert knapp hinter Karlsruhe und Köln mit rund 12 % der Gesamtkapazität auf Rang 3.

Abb. 24: Die BP Ruhr-Raffinerie in den 1960er Jahren[222]



222 Quelle: Historisches Archiv BP/Aral, Bochum.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

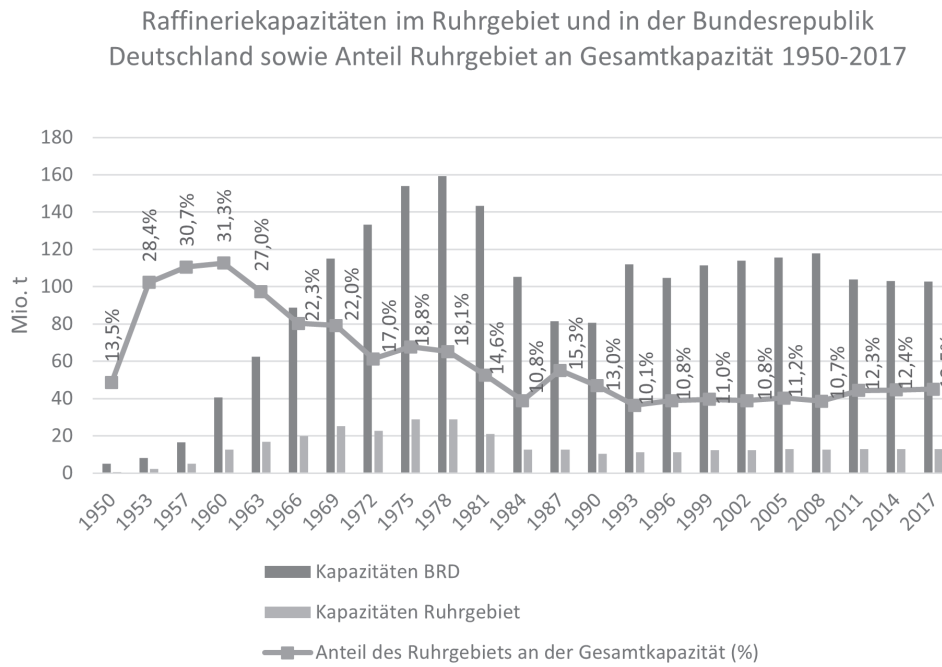
Tab. 19: Raffineriekapazitäten im Ruhrgebiet und in der Bundesrepublik Deutschland, 1950–2017, sowie Anteil des Ruhrgebiets an der Gesamtkapazität in Mio. t/a[223]

Jahr	Kapazitäten BRD	Kapazitäten Ruhrgebiet	Anteil des Ruhrgebiets an der Gesamtkapazität (%)	Anzahl der Raffinerien im Ruhrgebiet/BRD
1950	5,2	0,7	13,5	1/18
1953	8,1	2,3	28,4	6/23
1957	16,6	5,1	30,7	6/23
1960	40,5	12,7	31,3	7/28
1963	62,4	16,8	27,0	7/37
1966	88,7	19,8	22,3	7/36
1969	115,0	25,3	22,0	6/37
1972	133,2	22,7	17,0	6/35
1975	153,9	28,9	18,8	4/35
1978	159,4	28,9	18,1	3/32[224]
1981	143,4	21,0	14,6	3/32
1984	105,3	12,5	10,8	2/22
1987	81,5	12,5	15,3	2/17
1990	80,6	10,5	13,0	1/16
1993	111,9	11,3	10,1	1/19
1996	104,8	11,3	10,8	1/16
1999	111,5	12,3	11,0	1/14
2002	113,9	12,3	10,8	1/12
2005	115,6	13,0	11,2	1/12
2008	117,8	12,7	10,7	1/12
2011	104,0	12,8	12,3	1/11
2014	103,1	12,8	12,4	1/11
2017	102,7	12,8	12,5	1/11

223 Rohölverarbeitungskapazitäten, ab 1993 inkl. neue Bundesländer. Eigene Zusammenstellung und Berechnung nach: Erdöl und Kohle 4 (1951), S. 313, dsgl. 6 (1953), S. 299; dsgl. 11 (1958), S. 209; Mineralölwirtschaftsverband (Hg): Jahresbericht 1960; dsgl. 1964; dsgl. 1967, dsgl. 1971, jeweils Tabellenanhang; dsgl. 2005, S. 28; dsgl. 2009, S. 27; dsgl. 2018, S. 45; dsgl. 2020, S. 46; Mineralölwirtschaftsverband (Hg): Mineralölzahlen 1990, S. 10; dsgl. 1993, S. 12; dsgl. 2000, S. 8; Jahrbuch für Bergbau, Energie, Mineralöl und Chemie 1974, S. 940; dsgl. 1977/78, S. 948; dsgl.1980/81, S. 868; dsgl. 1983/84, S. 902; dsgl. 1985/86, S. 995.

224 Zusammenfassung der beiden Gelsenkirchener Standorte durch die Veba, daher Einzelzählung.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -



Die Aufstellung verdeutlicht eindrucksvoll den Aufstieg des Öls zum wichtigsten Primärenergieträger mit einem Anteil von mehr als 50 % Anfang der 1970er Jahre und den damit korrespondierenden Aufbau der Verarbeitungskapazitäten. Dieser lief auch nach der ersten Ölkrise von 1973 in dem Glauben an eine nur kurzfristige Störung noch weiter. Es folgte der jähe Umbruch nach der zweiten Ölkrise 1979, der noch durch das Erdgas und die Kernenergie als neue Konkurrenzenergieträger beschleunigt wurde. In den 1980er Jahren sollten sich die Kapazitäten halbieren, während die Branche immense Verluste verzeichnete. Nachdem die kleineren Raffinerien im Ruhrgebiet schon die 1970er Jahre nicht überstanden hatten, schloss mit der BP-Raffinerie in Bucholtwelmen 1984 nach nur 25 Betriebsjahren der zweite Großstandort. In vielen anderen Raffinerien kam es zu einem Kapazitätsabbau, darunter auch in Gelsenkirchen, wo heute noch 12,8 Mio. t/a in Betrieb sind.

Die Umbrüche der Mineralölwirtschaft im Ruhrgebiet begannen jedoch schon vor den Ölkrisen. In den 1960er Jahren kam es zu einem Ausverkauf der deutschen Erdgas- und Ölförderer vor allem an ausländische Gesellschaften. Außerdem waren die Hibernia als Tochter der mehrheitlich staatseigenen Veba AG und die GBAG massiv von der Kohlenkrise betroffen und gingen 1969 in der Ruhrkohle AG auf. Beide Branchen befanden sich damit in einem umfassenden Neustrukturierungsprozess. Die Bundesregierung verfolgte nun das Ziel, die Veba durch eine Zusammenfassung mehrerer Unternehmen unter ihrem Dach international konkurrenzfähig zu machen. 1969 wurde die Hibernia mit der Scholven-Chemie AG verschmolzen und

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

in Veba-Chemie AG umbenannt. Das Unternehmen verfügte nun über Beteiligungen an Aral, an der Phenolchemie AG in Gladbeck, die 1954 von der Scholven-Chemie und der Hibernia gegründet worden war, an diversen Ölleitungsgesellschaften sowie den Chemischen Werken Hüls.[225] Bis Mitte der 1970er Jahre folgten weitere Angliederungen, darunter als wichtigste die der Gelsenberg. Damit verfügte das Unternehmen auch über die Mehrheit an der Aral AG. 1978 gaben dann die Veba und die Deutsche BP zur Überraschung von Öffentlichkeit und Politik eines der aufsehenerregenden Geschäfte der Nachkriegszeit bekannt, mit denen die Veba ihre kränkelnde Mineralölsparte sanieren wollte. BP übernahm diverse Raffineriebeteiligungen in Süddeutschland, Handelsgesellschaften, ein Tankstellennetz und vor allem die von der Gelsenberg stammende 25prozentige Beteiligung an der Ruhrgas AG. Im Gegenzug sicherte sich die Veba-Chemie preisgünstige Öllieferungen.[226] Der Ölbereich wurde nun in der Veba Oel AG zusammengefasst. 1983 wurde die Werksgruppe Ruhr mit den Raffinerien in die Ruhr Oel GmbH eingebracht.

In den ausgehenden 1990er Jahren setzte ein grundlegender Veränderungsprozess im Ölgeschäft ein. Eine Fusionswelle erfasste alle schon zuvor großen internationalen Konzerne. Auch in der deutschen Energiewirtschaft kam es Ende der 1990er Jahre zu einer solchen Entwicklung. Nach der Verschmelzung von RWE und VEW entstand im Sommer 2000 die E.ON AG als Zusammenschluss der ehemals mehrheitlich staatlichen Mischkonzerne VIAG und Veba. Die neue Muttergesellschaft der Veba Oel konzentrierte sich auch aufgrund von Kartellamtsauflagen auf den Elektrizitäts- und Gassektor und verkaufte seine nicht zu dem neuen Kerngeschäft passenden weiteren Beteiligungen. Dazu gehörte auch die Veba Oel, für die sich mit BP schnell ein passender Interessent fand. Im Mittelpunkt des Geschäfts stand die BP-Beteiligung an der Ruhrgas, die E.ON für die geplante vollständige Integration des Gasversorgers dringend benötigte. BP lockte dagegen die Möglichkeit, durch die Angliederung der mittlerweile vollständigen Veba Oel-Tochter Aral zum Marktführer im deutschen Tankstellensektor und auch bei den Raffineriekapazitäten zur Nummer 1 aufzusteigen. Seit 2002 gehören damit die beiden Gelsenkirchener Raffinerien und Aral als größte deutsche Tankstellengesellschaft zum BP-Konzern.[227]

3.1.10 Elektrizitätswirtschaft an der Ruhr

Die Anfänge der Elektrizitätsversorgung in Deutschland liegen in den frühen 1880er Jahren. Damit kam rund sechs Jahrzehnte nach dem Gas ein zweiter Sekundärenergieträger auf den Markt, der sich rasch etablierte und in diversen Anwendungsbereichen bald eine bedeutende Position erlangte. Bedingt durch die Netzabhängigkeit,

225 Radzio: Veba, S. 216–224.
226 Bleidick: Ruhrgas, S. 368–375.
227 Ebd., S. 480–502; Weiand: BP übernimmt Veba; Veba Oel AG (Hg.): Veba Oel.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

setzte sich die Elektrifizierung im dicht besiedelten und industrialisierten großstädtischen Raum erheblich schneller durch als in ländlichen Gebieten. Abnehmer waren im ausgehenden 19. Jahrhundert zunächst insbesondere die öffentliche Beleuchtung und die Straßenbahnen. Bei den gewerblichen Antriebsmaschinen konkurrierte der Gasmotor noch erfolgreich mit dem Elektromotor.[228] In Privathaushalten bestimmte dagegen bis in die 1920er Jahre die Petroleumlampe das Bild. Erst in der Zwischenkriegszeit eroberte die Elektrizität auch diesen Bereich, während das Gas dort nun rasch an Bedeutung verlor. Gleichzeitig wurde die Elektrizität zu einer festen Größe innerhalb der Industrie, wo die Dampfkraft ihre absolute Vorrangstellung bei der Bereitstellung direkter Antriebsenergie einbüßte. Den ausschlaggebenden Faktor für die Entwicklung der öffentlichen Elektrizitätswirtschaft bildete neben der Steinkohlenverstromung die rasante Expansion der Braunkohlenverstromung zwischen 1913 und 1929. Diese stellte große Mengen günstiger Elektrizität gerade im Grundlastbereich bereit.

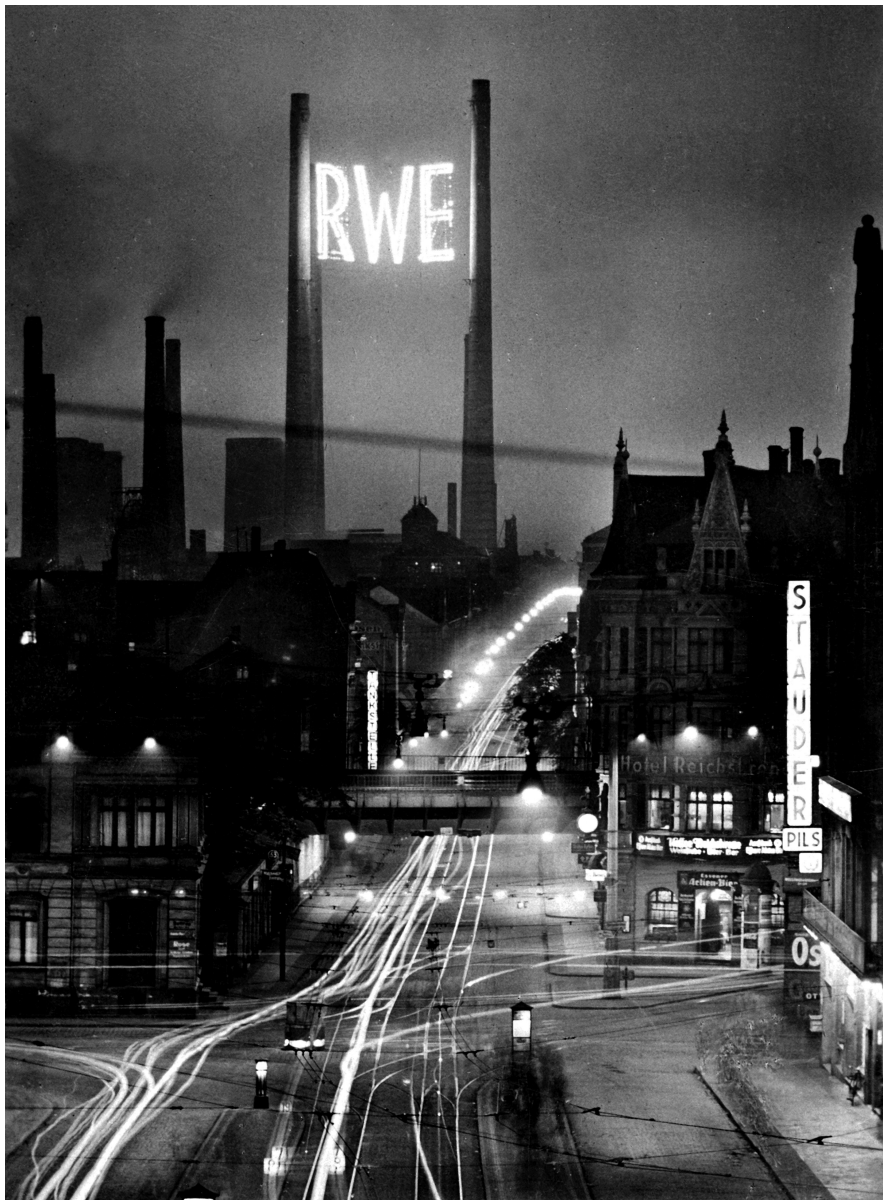
Auch im Ruhrgebiet begann die Elektrizitätsversorgung in den 1880er Jahren. Den Anfang machten Zechen und Industriebetriebe, die Generatoren an Dampfmaschinen anschlossen. Daneben entstanden wie überall in Deutschland kleine private Blockstationen zur Versorgung meist nur weniger Abnehmer im engeren Umfeld. Die Stadtwerke entschlossen sich dagegen nur langsam, eigene Kraftwerke zu errichteten. Das erste kommunale Elektrizitätswerk ging 1892 in Bochum in Betrieb. Dortmund folgte 1897 mit dem zu dieser Zeit drittgrößten Kraftwerk des Deutschen Reiches nach Berlin und Leipzig, das bereits in den folgenden Jahren erheblich erweitert wurde. Wegweisend wurde jedoch bald die 1898 in Essen gegründete Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk AG (RWE), die nach der Übernahme der Aktienmehrheit durch die Industriellen August Thyssen und Hugo Stinnes 1902 dazu ansetze, die Region und ihr Umland großräumig und flächendeckend zu erschließen.[229] Die Stammzentrale des RWE in Essen verfügte mit der Stinnes-Zeche Victoria Matthias über eine eigene Kohlengrundlage und besaß damit beste Voraussetzungen zur Umsetzung der ambitionierten Pläne. Heftiger Widerstand gegen diese privatwirtschaftlichen Aktivitäten kam aus Westfalen, wo 1906 als kommunale Gegengründung die Elektricitätswerk Westfalen AG mit Sitz in Bochum entstand. Alles drehte sich um die Frage nach der zukünftigen Organisation der Elektrizitätsversorgung, die bis in die 1920er Jahre heiß diskutiert wurde. Beide Seiten bauten vor dem Ersten Weltkrieg Ihre Versorgungskapazitäten im Ruhrgebiet durch den Bau weiterer Kraftwerke aus. Während sich die mittlerweile drei Großanlagen im östlichen Gebiet um die Erschließung des westfälischen Raumes bemühten, orientierte sich das RWE in Richtung Rheinland. 1914 wurde mit dem Goldenbergwerk in Hürth-Knapsack das erste deutsche Großkraftwerk auf Braunkohlenbasis direkt im rheinischen Braunkohlen-

228 Braun: Gas oder Elektrizität: Herzig: Wirtschaftsgeschichtliche Aspekte, S. 123–132.
229 Umfassend zur Unternehmensentwicklung: Schweer/Thieme: RWE. Siehe hierzu auch Abschnitt 3.1.6.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

revier errichtet. Damit zielte das Unternehmen eindeutig auf die Entwicklung des Industriestrombedarfs.

Abb. 25: Die RWE-Stammzentrale an der Zeche Victoria Mathias in Essen, 1930[230]

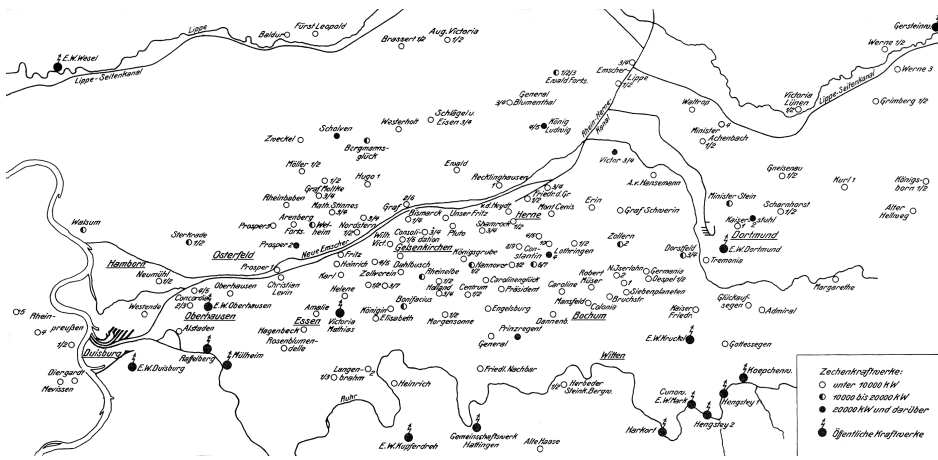


230 Quelle: Historisches Konzernarchiv RWE, Essen.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Im Ruhrgebiet dominierte die Steinkohlenverstromung. Immer mehr Zechen errichteten eigene Erzeugungsanlagen, da die öffentlichen Kraftwerke ihren hohen Bedarf nicht decken konnten, die Eigenerzeugung billiger als der Fremdstrombezug war und zudem eine gewisse Versorgungssicherheit garantierte. Außerdem konnten die Synergien des unternehmenseigenen Energieverbundes genutzt werden, der vor allem Abwärme und Gase aus Hochöfen und Kokereien einsetzte. Ähnlich handelten Unternehmen aller Branchen, sodass vor dem Ersten Weltkrieg in Deutschland die industrielle Eigenstromversorgung absolut dominierte. Diese Situation veränderte sich nur langsam. Zwischen den 1920er und 1950er Jahren entfielen durchgängig zwischen 40 und 50 % der installierten Kraftwerkskapazität in Deutschland auf die Industriekraftwerke. Dieser sank erst in den 1960er Jahren mit dem weiteren Anstieg der Braunkohlenverstromung und dann im folgenden Jahrzehnt mit dem Ausbau der Kernenergie, die den Fremdstrombezug massiv vergünstigten, in den Bereich von 30 % und schließlich von 20 %. In den vergangenen 20 Jahren pendelte sich der Anteil bei rund 10 % ein. In etwa parallel dazu ging der Anteil der Industrieerzeugung an der Gesamterzeugung zurück. Entfielen Anfang des 20 Jahrhunderts noch über 90 % des Gesamtstrombrauchs auf die Industrie, sank dieser Wert zunächst langsam, um nach dem Zweiten Weltkrieg mit dem Aufstieg des Dienstleistungssektors und dann der elektrischen Haushaltsgeräte weiter zu verlieren. Heute erreicht er immer noch etwa 45 %.[231]

Abb. 26: Standorte der Zechenkraftwerke im Ruhrgebiet, 1932[232]



Der lange Zeit relativ stabile Industrieanteil war das Ergebnis umfassender Kapazitätserweiterungsmaßnahmen, die mit denen der öffentlichen Versorger schritthielten.

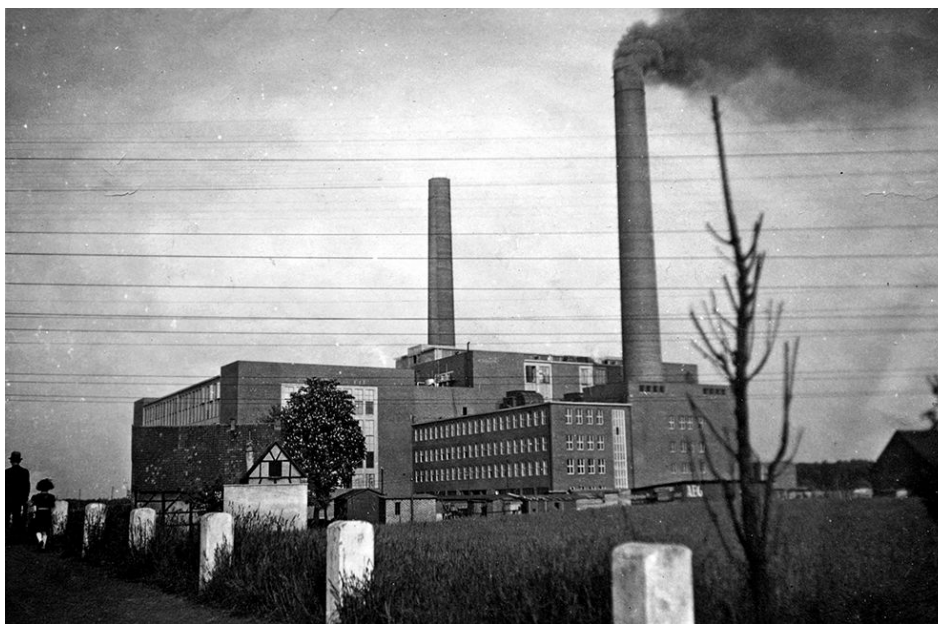
231 Umfassend dazu: Bleidick: Eigenerzeugung.

232 Quelle: Weddige: Ruhrkohlenbergbau und Elektrizitätswirtschaft, S. 1148.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Diese profitierten wiederum davon, dass die Industrie ihren Spitzenbedarf von ihnen bezog. Im westfälischen Raum war das vor allem die Vereinigte Elektrizitätswerke AG (VEW), zu der sich 1925 mehrere Kraftwerke der Region zusammengeschlossen hatten.[233] Ihr Versorgungsgebiet veränderte sich jedoch zunächst nicht. Dafür sorgten die bis in die 1990er Jahre geltenden strengen Demarkationen, Gebietsabgrenzungen, innerhalb derer ein Versorger das Monopol besaß. Erst später stieß die VEW bis ins Emsland vor. Wichtige Grundlagen für diese Expansion bildeten u. a. das Gersteinwerk in Werne und das Gemeinschaftswerk in Hattingen. Das RWE gewann dagegen im Laufe der Zeit weite Teile Westdeutschlands, wofür neben der Steinkohlen- die ausgedehnte Braunkohlenverstromung die Grundlage bot. Das Gebiet des späteren Nordrhein-Westfalens war schon in den 1920er Jahren mit großem Abstand führend im deutschen Elektrizitätssektor und behielt diese Funktion bis heute. Noch in den 1960er Jahren lag dabei die Steinkohle in etwa gleichauf mit der Braunkohle.

Abb. 27: Das Steag-Kraftwerk Lünen, 1940[234]



Seit den 1930er Jahren stieß dann der Ruhrbergbau verstärkt in den Bereich der öffentlichen Stromversorgung vor. Die Grundlage dafür war die 1937 gegründete Steinkohlen-Elektrizitäts-AG (Steag) als Gemeinschaftsunternehmen nahezu aller Bergwerksgesellschaften.[235] In den 1950er Jahren beschleunigte sich diese Entwick-

233 Zur VEW siehe: VEW AG (Hg.): Mehr als Energie.
234 Quelle: Historisches Konzernarchiv RWE, Essen.
235 Steag AG (Hg.): 75 Jahre Steag.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

lung. Angesichts der nun lebhaften Nachfrageentwicklung begannen umgehend die Planungen zum Ausbau der Kraftwerke und des Leitungsnetzes. Von elementarer Bedeutung war in diesem Kontext jedoch die Einigung von RWE und VEW mit dem Ruhrbergbau über die zukünftige Organisation der Stromversorgung im Großraum des Ruhrgebietes. Die Bergbaugesellschaften hatten über die Steag den Aufbau eines eigenständigen Stromversorgungssystems in Konkurrenz zu den etablierten Anbietern geplant. Über die „Ruhrsammelschiene" sollten alle bergbaueigenen Kraftwerke zusammengeschlossen werden. Nachdem das RWE bereits 1950 eine Kooperation mit den Zechen vereinbart und damit diese Gefahr beseitigt hatte, schloss auch die VEW 1951 einen entsprechenden Vertrag ab. Der Bergbau verzichtete nun sowohl auf den Bau eigener Leitungen zur Versorgung Dritter als auch auf einen eigenständigen Stromvertrieb. Dies behinderte allerdings nicht den weiteren Ausbau der Kapazitäten. Bis in die 1960er Jahre errichteten viele Bergwerksgesellschaften, aber auch das RWE und die VEW neue Kraftwerke.[236] So wurde das Ruhrgebiet zur wohl dichtesten Kraftwerkslandschaft Europas. Anfang des Jahrzehnts existierten in der Region fast 100 Anlagen, darunter 75 Zechenkraftwerke und 18 der öffentlichen Versorger, die Steinkohle verfeuerten.[237] Der Bergbau produzierte seinen Strom seit Mitte der 1950er Jahre nicht mehr vorrangig für den Eigenbedarf, sondern zum Absatz auf dem Markt und erschloss sich so in dieser Zeit eine neue Einnahmequelle. Diese blieb auch nach der Schließung vieler Zechen erhalten. Zwar reduzierte sich zwangsläufig die Gesamtmenge, doch wuchs zugleich der Anteil des auf diesem Weg vertriebenen Steinkohlenstroms. Die Verstromung von Ruhrkohle in eigenen und fremden Kraftwerken wurde damit zum wohl wichtigsten Geschäftsfeld der Branche. Ähnlich agierten auch die anderen Steinkohlenreviere.

Anfang der 1960er Jahre wurden 14 % des bundesdeutschen Stroms im Ruhrgebiet auf Steinkohlenbasis erzeugt. Nur knapp unter diesem Maximalwert lagen die Anteile in den 1950er Jahren. Mit der Kohlenkrise und dem beschriebenen Aufstieg der neuen Konkurrenzenergien sank die Bedeutung des Steinkohlenbergbaus ab Anfang der 1970er Jahre rapide auf noch ca. 5 %, um danach weiter zurückzugehen. Ein vergleichbares Bild zeigt die Entwicklung der Engpassleistung der Bergbaukraftwerke.

236 Zu den RWE-Anlagen siehe: Wehling: Das RWE und seine Kraftwerke.
237 „Zu blauen Himmeln", in: Der Spiegel 33/1961, S. 22.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Tab. 20: Stromerzeugung gesamt und der öffentlichen Versorgungsunternehmen, Stromabgabe sowie Anteil des Ruhrbergbaus bzw. des deutschen Bergbaus an der Gesamterzeugung im Deutschen Reich bzw. der Bundesrepublik, 1928–2016[238]

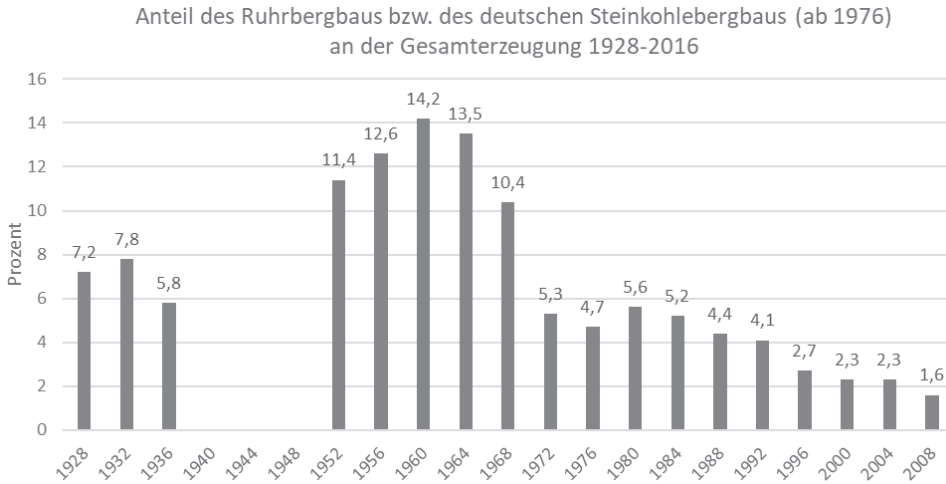
Jahr	Gesamtstromerzeugung (GWh)[239]	Erzeugung öffentlicher Versorgungsunternehmen (GWh)	Stromerzeugung des Ruhrbergbaus bzw. des bundesdeutschen Steinkohlenbergbaus (ab 1976) (GWh)	Stromabgabe des Ruhrbergbaus bzw. des deutschen Steinkohlenbergbaus (ab 1976) in öffentliche Netze (GWh)	Anteil der Stromabgabe des Ruhrbergbaus bzw. des bundesdeutschen Steinkohlenbergbaus (ab 1976) an seiner Eigenerzeugung (%)	Stromabgabe des Ruhrbergbaus bzw. des bundesdeutschen Steinkohlenbergbaus (ab 1976) im Verhältnis zur Stromerzeugung der öffentlichen Versorger (%)	Anteil des Ruhrbergbaus bzw. des deutschen Steinkohlenbergbaus (ab 1976) an der Gesamterzeugung (%)
1928	27870	14145	1994	364	18,3	4,8	7,2
1932	23459	13423	1837	416	22,6	5,4	7,8
1936	42487	23664	2462	670	27,2	5,1	5,8
1940	72000	40000					
1944							
1948	32836	20434	3850				
1952	56208	34315	6382	2689	42,1	7,8	11,4
1956	84267	52023	10633	5385	50,6	10,4	12,6
1960	114889	70391	16330	10546	64,6	14,5	14,2
1964	162354	103149	21945	15181	69,2	14,7	13,5
1968	199796	131994	20794	14827	71,3	11,2	10,4
1972	269879	196509	14217	11093	78,0	5,6	5,3
1976	328483	267958	15659	10974	70,0	4,1	4,7
1980	362390	298345	20156	16370	81,2	5,5	5,6
1984	388756	331187	20175	16554	82,1	5,0	5,2
1988	424988	367314	18663	15306	82,0	4,2	4,4
1992	530908	460930	21540	18123	84,1	3,9	4,1
1996	550309	492577	15043	13236	88,0	2,7	2,7

238 Fehlende Werte nicht ermittelbar. Wert 1948 für das spätere Bundesgebiet. Ab 1973 keine gesonderte Ausweisung des Anteils des Ruhrbergbaus am gesamten Steinkohlenbergbau, daher Werte ab 1976 für den deutschen Steinkohlenbergbau. Werte für Gesamtaufkommen und Erzeugung ab 1991 inkl. neue Bundesländer. Zusammenstellung und eigene Berechnung nach: Wiel: Wirtschaftsgeschichte, S. 282; Statistik der Kohlenwirtschaft (Hg.): Zahlen, diverse Jahrgänge; Statistik der Kohlenwirtschaft (Hg.): Energiewirtschaft, diverse Jahrgänge; Statistisches Bundesamt (Hg.): Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland, Stuttgart/Köln, diverse Jahrgänge.

239 Ohne Erzeugung der Bundesbahnkraftwerke und ohne Einspeisung, etwa erneuerbarer Energien.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

2000	567450	516277	12937	11383	88,0	2,2	2,3
2004	582511	533273	13359	12006	89,9	2,3	2,3
2008	572175	522778	8928	7967	86,2	1,5	1,6
2012	511330	467128	223				
2016	487291	432430	160				



Tab. 21: Installierte Engpassleistung der Kraftwerke gesamt sowie des Ruhrbergbaus bzw. des deutschen Steinkohlenbergbaus, 1928–2012[240]

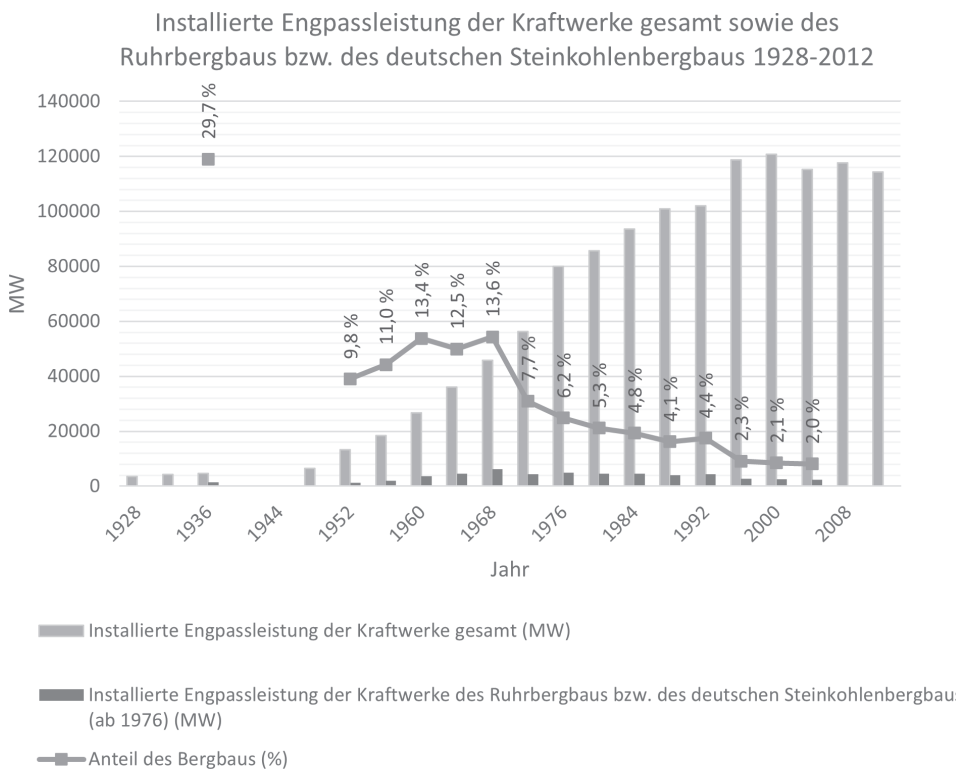
Jahr	Installierte Engpassleistung der Kraftwerke gesamt (MW)	Installierte Engpassleistung der Kraftwerke des Ruhrbergbaus bzw. des deutschen Steinkohlenbergbaus (ab 1976) (MW)	Anteil des Bergbaus (%)
1928	3474	-	-
1932	4312	-	-
1936	4696	1397	29,7[241]
1940	-	-	-
1944	-	-	-
1948	6497	-	-

240 Fehlende Werte nicht ermittelbar bzw. statistisch nicht mehr ausgewiesen. Wert 1948 für das spätere Bundesgebiet. Ab 1973 keine gesonderte Ausweisung des Anteils des Ruhrbergbaus am gesamten Steinkohlenbergbau, daher Werte ab 1976 für den deutschen Steinkohlenbergbau. Werte für Gesamtaufkommen und Erzeugung ab 1991 inkl. neue Bundesländer. Zusammenstellung und eigene Berechnung nach: Wiel: Wirtschaftsgeschichte, S. 282; Statistik der Kohlenwirtschaft (Hg.): Zahlen, diverse Jahrgänge; Statistik der Kohlenwirtschaft (Hg.): Energiewirtschaft, diverse Jahrgänge; Statistisches Bundesamt (Hg.): Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland, Stuttgart/Köln, diverse Jahrgänge.

241 Der auffällig hohe Wert resultiert aus der Berücksichtigung aller Beteiligungen des Ruhrbergbaus, also auch bei öffentlichen Versorgern.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

1952	13329	1301	9,8
1956	18373	2029	11,0
1960	26755	3597	13,4
1964	36069	4497	12,5
1968	45843	6222	13,6
1972	56326	4349	7,7
1976	79964	4956	6,2
1980	85683	4535	5,3
1984	93542	4525	4,8
1988	100877	4092	4,1
1992	102041	4466	4,4
1996	118789	2713	2,3
2000	120856	2561	2,1
2004	115222	2347	2,0
2008	117606	-	-
2012	114292	-	-



https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

In der bundesdeutschen Gesamtschau ist das Ruhrgebiet heute insbesondere angesichts der mittlerweile starken Position der Erneuerbaren Energien als Stromerzeuger längst unbedeutend, was jedoch nicht heißt, dass sie im näheren Umfeld nicht noch eine gewisse Rolle spielt. 2021 waren in Deutschland Erzeugungskapazitäten im Umfang von ca. 220.000 MW installiert.[242] Im Ruhrgebiet waren es nur noch 4.600 MW, was einem Anteil von gerade 2,1 % entsprach. (vgl. Tab. 22) Zugleich hat auch hier ein Wandel bei den Energieträgern stattgefunden, was vor allem darauf zurückzuführen ist, dass ältere Anlagen in den vergangenen 40 Jahren vermehrt durch neue ersetzt wurden, sodass sich der Kraftwerkspark stark verjüngte. (vgl. Tab. 23) Während sich die Position der Steinkohle zusehends reduzierte, dominiert längst das Erdgas. Bedeutsam ist im Raum Duisburg auch die Nutzung von Gichtgasen der Stahlindustrie. Vereinzelt kommen Öl und Müll zum Einsatz. Allerdings wurde 2020 aber durch Uniper noch ein neuer Steinkohleblock im Kraftwerk Datteln mit einer Leistung von mehr als 1.000 MW in Betrieb genommen. Die Erneuerbaren Energien wie Wind und Biomasse spielen im Ruhrgebiet dagegen bislang nur eine untergeordnete Rolle. Auch die auf die Ruhr konzentrierte Wasserkrafterzeugung ist kaum nennenswert.[243] Entsprechend gering ist heute die Anzahl der in der Energiewirtschaft des Ruhrgebiets Beschäftigten. Zum 30. Juni 2019 waren es knapp 22.000, dazu kamen im Bergbau und der Steine und Erden-Industrie 4.000.[244]

Tab. 22: Kraftwerke im Ruhrgebiet in Betrieb, 2021[245]

Stadt	Kraftwerk	Energieträger	MW[246]	Eigentümer Betreiber	Betrieb seit
Bergkamen	Bergkamen	Steinkohle	780	Steag	1981
Bochum	Bochum	Erdgas	44	Stadtwerke Bochum	2013
Bochum	Heizkraftwerk Hiltrop	Erdgas	44	Stadtwerke Bochum	1975
Bochum	Blockheizkraft-werk Kornharpen	Deponiegas	21	Stadtwerke Bochum	1994
Castrop-Rauxel	Kekulestraße	Erdgas	10	Westnetz GmbH	1991
Datteln	Datteln Block 4	Steinkohle	1100	E.ON/Amprion GmbH	2020
Dortmund	„Dortmund“	Erdgas	16	Dortmunder Netz GmbH	1984

242 https://www.umweltbundesamt.de/bild/kraftwerksleistung-in-deutschland, letzter Abruf 26.8.2021.
243 Bleidick: Alte Mühlen, neue Kraftwerke.
244 https://www.rvr.ruhr/daten-digitales/regionalstatistik/erwerbstaetige/, letzter Abruf 1.9.2021.
245 Ohne Batteriespeicherkraftwerke. Quelle: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerksliste/Kraftwerksliste_CSV.html;jsessionid=16545DA4A88D6698DA6C93ACF8B9C4FF?nn=266908, letzter Aufruf 1.8.2021.
246 Teilweise inkl. Wärmeleistung; Werte gerundet.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Stadt	Kraftwerk	Energieträger	MW	Eigentümer Betreiber	Betrieb seit
Dortmund	„Dortmund“	Erdgas	26	Westnetz GmbH	2004
Duisburg	Huckingen	Gichtgas Erdgas	610	HKM/Amprion GmbH	1975
Duisburg	Walsum, Block 10	Steinkohle	725	Amprion GmbH	2013
Duisburg	Heizkraftwerk Hamborn	Gichtgas Erdgas	400	ThyssenKrupp Steel Europe	1952
Duisburg	„Duisburg“	Braunkohle Erdgas	27,5	Netze Duisburg GmbH	1964
Duisburg	HKW III	Erdgas Heizöl	280 + 255	Netze Duisburg GmbH	2002
Duisburg	Hermann Wenzel	Gichtgas Kokereigas	315	ThyssenKrupp Steel Europe	1955
Essen	Karnap	Müll	38	RWE	1938 1987
Gelsenkirchen	Scholven	Steinkohle Öl	760[247]	Amprion GmbH	1968
Hamm	GuD-Kraftwerk Hamm-Uentrop	Erdgas	820	Amprion GmbH	2008
Hamm	Am Lausbach	Müll	14,6	Westnetz GmbH	1986
Herdecke	Pumpspeicher-kraftwerk Herdecke	Wasser	165	Amprion GmbH	1989
Herdecke	H 6	Erdgas	417	Enervise AssetNetWork GmbH	2007
Herne	Herne, Block 4	Steinkohle	460	Steag Amprion GmbH	1989
Herten	Im Emscherbruch	Müll	27	Hertener Stadtwerke GmbH	1982
Kamp-Lintfort	Graftstraße	Müll Heizöl	21	Westnetz GmbH	1997
Lünen	Stummhafen	Steinkohle	735	Amprion GmbH	2013
Lünen	Biomassekraft-werk Lünen	Biomasse	20	Steag Remondis	2006
Marl	Gaskraftwerk Marl	Erdgas	270	Evonik	ab 2022
Marl	Hüls, div. Blöcke	Steinkohle Erdgas Müll	500	Infracor GmbH	1938 1956
Moers	TG 7/8	Erdgas	24	Westnetz GmbH	1995
Moers		Wind	12	Westnetz GmbH	2017
Oberhausen	Otto-Roelen-Straße	Erdgas Heizöl	38	OXEA GmbH Westnetz GmbH	1929

247 2.640 MW in Altblöcken stillgelegt.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Stadt	Kraftwerk	Energieträger	MW	Eigentümer Betreiber	Betrieb seit
Oberhausen	Heizkraftwerk Alt-Oberhausen	Erdgas	23	Oberhausener Netzgesellschaft mbH	1896 1971
Oberhausen	Liricher Straße	Müll Heizöl	62	Oberhausener Netzgesellschaft mbH	1991
Recklinghausen		Biomasse Altholz	15	Westnetz GmbH	2004
Werne	Gersteinwerk	Erdgas	980	RWE Westnetz GmbH Amprion GmbH	1973
			4603		

Tab. 23: Stillgelegte Leistung öffentlicher Kraftwerke im Ruhrgebiet[248]

Ort	Kraftwerk	MW (max.)	Eigentümer Betreiber	Betrieb
Bochum	Prinz Regent	327	RWE	1905–2018
Bochum	Springorum	300	Veba	1951–1986
Castrop-Rauxel	Rauxel	295	E.ON	1958–2001
Datteln	Datteln, Block 1–3	300	E.ON/Uniper	1964–2014
Dortmund	Dortmund	106	RWE	1897–1995 -2022 (neu)
Dortmund	Gustav Knepper	360	E.ON	1951–2014
Dortmund	Kruckel		VEW/RWE	1908-
Duisburg	Hochfeld	300	Stadtwerke Duisburg	1967–2018
Duisburg	Walsum	410[249]	Steag	1928–2021
Essen	Stammzentrale	70	RWE	1899–1969
Essen	Überland- und Zechenzentrale Kupferdreh	11	Bergische Elektrizitäts-Vers. Ges. GmbH Elberfeld	1911–1977
Gelsenkirchen	Westerholt	300	Veba	1959–2003
Gelsenkirchen	Gelsenberg	145	Veba Oel	1940–1981
Gelsenkirchen	Scholven	2640[250]	Uniper	1968–2014
Gevelsberg	Agfu	52	Ennepe-Ruhr-Kreis	1890–1976
Hamm	Westfalen	1400	RWE	1963–2021

248 https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerksliste/Kraftwerksliste_CSV.html;jsessionid=16545DA4A88D6698DA6C93ACF8B9C4FF?nn=266908, letzter Aufruf 1.8.2021; Zusammenstellung aus diverser Literatur, insb. Wiel: Wirtschaftsgeschichte, S. 283.

249 Neuer Block 10 in Betrieb.

250 Mehrere Altblöcke stillgelegt, weiter in Betrieb Block mit 760 MW.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Ort	Kraftwerk	MW (max.)	Eigentümer Betreiber	Betrieb
Hattingen	Gemeinschaftswerk Hattingen	360	VEW Stadtwerke Wuppertal	1911–1984
Herdecke	Pumpspeicherkraft-werk Herdecke (alt)	132	RWE	1930–1994
Herdecke	Cuno	417	Mark-E	1908–2004
Herne	Herne, Block 1–3	450	Steag	1962–2017
Herne	Shamrock	130	E.ON	1957–2013
Lünen	Kellermann	500	Steag	1938–2018
Voerde	Voerde	2234	Steag/RWE	1971–2017
Werne	Gersteinwerk	1400	RWE	1917–2018
Wesel	Niederrhein	15	RWE	1911–1946
		7090		

Abb. 28: Das RWE-Gersteinwerk in Werne, 1991[251]

251 Quelle: Historisches Konzernarchiv RWE, Essen.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

3.1.11 Verbundlandschaft Ruhrgebiet – Netzwerke Chemie und Energie

Wie bereits mehrfach erwähnt, entwickelte sich das Ruhrgebiet nach ersten Anfängen in der Zeit vor dem Ersten Weltkrieg seit den 1920er Jahren zu einer Verbundlandschaft, in der sowohl Energie in ihren unterschiedlichen Erscheinungsformen als auch Vor-, Zwischen- und Endprodukte der chemischen Industrie ausgetauscht wurden. Dieser Austausch erfolgte zunächst innerhalb einzelner Betriebe und zwischen mehreren Standorten eines Unternehmens. Darüber hinaus ergänzten bald regionale und überregionale Sammel- und Verteilungsnetze das System. Im Vordergrund stand prinzipiell die bestmögliche Verwertung aller Stoffe und Energieträger und damit ihr wirtschaftlichster Einsatz. Dies war häufig nur durch umfangreiche Kooperationen erreichbar, denn bei allen Erzeugungs- und Verarbeitungsprozessen fielen überschüssige Mengen an, die den eigenen Bedarf überstiegen. Dazu kamen Nebenprodukte, deren eigenständige Nutzung entweder aufgrund zu geringer Volumina oder zu hoher Kosten nicht in Frage kam, bei anderen aber die Geschäftsgrundlage darstellten. Im Laufe der Zeit entstand eine gewisse Aufgabenteilung mit starken Spezialisierungstendenzen gerade im Chemiebereich. Eine besondere Rolle spielte auch die Tendenz zu größeren, kapazitätsstarken Erzeugungseinheiten, die kleinere ergänzten oder ersetzten und als übergeordnete Verarbeitungs- und Versorgungszentren fungierten. Der Austausch erfolgte anfangs bevorzugt per Schiff und Bahn, bis seit den 1930er Jahren vermehrt Rohrleitungen verlegt wurden. Dazu überspannte ein dichtes Stromleitungsnetz das Ruhrgebiet.

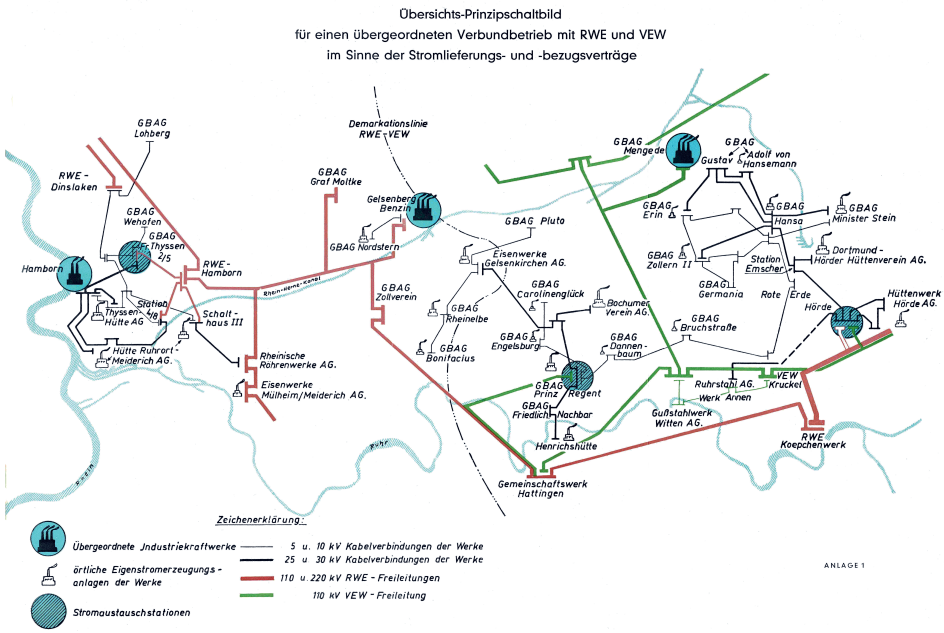
Die typische innerbetriebliche Energieverbundwirtschaft der Eisen- und Stahlindustrie wurde bereits in Abschnitt 3.1.3 dargestellt, das zentrale Ruhrgas-Netz in Abschnitt 3.1.6. Die zahlreichen sonstigen Verbundsysteme sind zu komplex, um darauf im Einzelnen einzugehen, daher sollen zunächst zwei idealtypische Beispiele die Arbeitsweise und Funktion verdeutlichen. Aufgrund ihrer Bedeutung sind dies die schon mehrfach erwähnten Großkonzerne GBAG und Hibernia. Im Anschluss daran werden noch einige besondere Netzwerke von teilweise überregionaler Bedeutung vorgestellt.

Die GBAG war Anfang der 1950er Jahre noch Teil der Vereinigte Stahlwerke AG, dem mit Abstand größten europäischen Montankonzern. Die im Bild gezeigte Planung ist folglich nach der von den Alliierten veranlassten Entflechtung des Unternehmens nur teilweise realisiert worden. Wichtig ist hier jedoch der Grundgedanke zur Bildung eines übergeordneten Stromnetzwerkes für alle Betriebe unter Nutzung der Überlandleitungen des RWE und der VEW. Ein solches hatte in der Vorkriegszeit nicht bestanden. Vielmehr waren die Werksgruppen im westlichen, mittleren und östlichen Ruhrgebiet mit ihren zahlreichen Produktionsanlagen und sonstigen Verbrauchern im Elektrizitätssektor untereinander noch nicht oder nur unzureichend verbunden. Es existierten jedoch mehrere kleinere Verbundnetze. Ähnlich sah es bei der GBAG mit ihren zu dieser Zeit 27 Zechen aus. Der Konzern betrieb außerdem 21 Kraftwerke. Das Gesamtsystem verfügte zwar über einen Anschluss an die Netze der öffentlichen Versorger, doch wurde von diesen kaum Strom bezogen. Diese

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Situation entsprach der der gesamten Branche im Ruhrgebiet, nur dass die Netze der anderen Unternehmen erheblich kleiner waren. In der Vorkriegszeit hatte der Ruhrbergbau und die Montanindustrie weitgehend auf die Selbstversorgung gesetzt und mit RWE und VEW in anhaltenden Auseinandersetzungen gestanden, da man seinerseits Überschussmengen einspeisen wollte.

Abb. 29: Geplanter Verbundbetrieb zwischen den Zechenkraftwerken der Gelsenkirchener Bergwerks-AG, den Kraftwerken und Hüttenwerken der Vereinigte Stahlwerke AG sowie den öffentlichen Versorgern RWE und VEW, 1951[252]



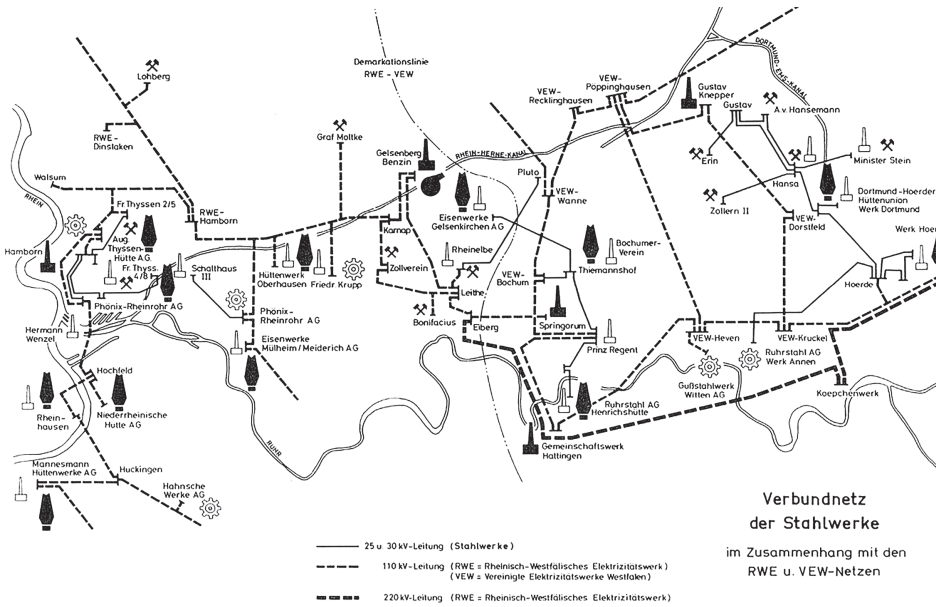
1951 standen die Zeichen, wie oben dargestellt, schließlich auf Einigung. Die Versorger öffneten ihre Netze und übernahmen den Vertrieb der Überschussmengen, verzichteten aber im Ruhrgebiet auf den Ausbau ihrer Kapazitäten und überließen dies dem Bergbau.[253] Zu diesem Zweck wurde die Bergbau-Elektrizitäts-Verbundgemeinschaft gegründet, deren Geschäftsführung die Steag übernahm und in der sich bald der größte Teil der Zechen engagierte.[254] Es war die Zeit des beginnenden organisierten Verbundbetriebs, der im Stromsektor zwar seit 1930 schon überregional betrieben wurde, sich nun aber auch grenzüberschreitend intensivierte. Auf Initiative des RWE hatten schon 1948 die sieben größten deutschen Elektrizitätserzeuger, zu

252 Geschäftsbericht der GBAG, 1951, Anlage 1.
253 Döring: Ruhrbergbau und Elektrizitätswirtschaft, S. 380–477.
254 Gesellschaft für Stromwirtschaft (Hg.): GfSt 1953–2003, S. 17–22.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

denen auch die VEW gehörte, für die Planung und den Betrieb von Höchstspannungsnetzen die Deutsche Verbundgesellschaft gebildet.[255] Ab Mitte der 1950er Jahre beschleunigte sich der Übergang von kleinen, älteren Kraftwerken zu größeren Einheiten. Bis 1964 entstanden so 16 neue leistungsstarke Zechenkraftwerke, was sogar dazu führte, dass selbst das RWE begann, unrentable Anlagen zu schließen und die Versorgung des westlichen Ruhrgebiets zwischenzeitlich weitgehend den Zechen zu überlassen. Der Ruhrbergbau forcierte seinerseits den Übergang von der Dampfkraft zur stärkeren Nutzung von Elektrizität, sodass auch hier Synergien entstanden. Da die Eisen- und Stahlindustrie der neuen Situation aufgeschlossen gegenüberstand und ihre Hüttenkraftwerke integrierte, war der Stromverbund nun allumfassend, denn mit dem Bergbau war bereits die Kohlechemie mit im Boot. Es ist hervorzuheben, dass diese Entwicklung einzigartig für Deutschland war, denn sie brach mit der bis Ende der 1990er Jahre üblichen energiewirtschaftlichen Praxis von Produktion, Netz und Vertrieb in einer Hand. Damit wurden in gewisser Weise rund 50 Jahre vor der durch die EU animierten Liberalisierung der Energiemärkte, die gerade diese Leitlinie als oberste Maxime verfolgte, im Ruhrgebiet äußerst moderne Gedanken vorweggenommen.[256] Das RWE arbeitete auf ähnliche Art und Weise auch mit den Saarzechen zusammen.

Abb. 30: Das Verbundnetz der Eisen- und Stahlindustrie im Ruhrgebiet, 1967[257]



255 Deutsche Verbundgesellschaft (HG.): Entwicklung des Verbundbetriebes.

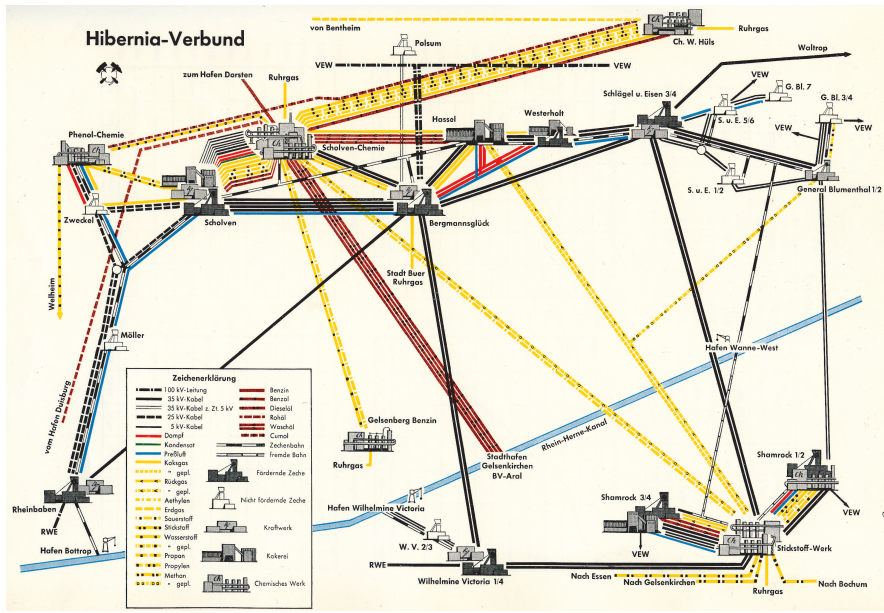
256 Bleidick, Eigenerzeugung, S. 67.

257 Quelle: Schäff: Verbund, S. 95. Das Bild zeigt in der Mitte auch die Demarkation der Versorgungsgebiete von RWE und VEW.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Das aufgrund der vielfältigen Austauschprodukte erheblich komplexere und schließlich durch den Anschluss des Großraums Köln auch überregional wirksame System betrieb die Hibernia. Ihr Energie-Chemie-Verbund entstand bereits in den 1920er Jahren und wurde stetig erweitert. Dies lag vor allem an ihren vielfältigen Aktivitäten im Chemie-Sektor, den sie maßgeblich mitbegründet hatte und in dem kein anderes Unternehmen des Ruhrgebiets über eine ähnliche Spannbreite verfügte. Folglich besaß die Hibernia auch die größten Erfahrungen in diesem Bereich. Sie verfügte Mitte der 1950er Jahre über zehn Großzechen und drei Zentralkokereien sowie fünf Hochdruckkraftwerke. Zwischen diesen wurde ein umfassender Energieverbund errichtet, der im Wesentlichen Dampf-, Elektrizitäts- und Druckluftleitungen umfasste.[258] Im kohle- bzw. petrochemischen Bereich stand die Raffinerie Scholven an der Spitze. Dazu kamen das Stickstoffwerk in Wanne-Eickel sowie bedeutende Beteiligungen an den Chemischen Werken Hüls (CWH) und der Phenolchemie in Gladbeck. Auch zwischen diesen Anlagen existierten schon zu dieser Zeit weitreichende Verbindungen, die auf den hohen verbundwirtschaftlichen Entwicklungsstand des Unternehmens verweisen. Im Mittelpunkt stand hier die Verteilung von gasförmigen Kohlenwasserstoffen, Stickstoff und Sauerstoff. Das Bild zeigt die besondere Bedeutung des Chemiesektors und insbesondere der Raffinerie und des Stickstoffwerks als klares Zentrum des Verbundes.

Abb. 31: Der Chemie-Elektrizitäts-Verbund der Hibernia, 1954[259]



258 Hibernia AG (Hg.): Energie-Verbund, S. 26–27.

259 Quelle: Geschäftsbericht der Hibernia AG 1952/53, Anlage 3.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Beide verarbeiteten das in den Zentralkokereien Shamrock, Scholven und Hassel anfallende Überschussgas, das außerdem zur Phenolchemie und nach Hüls geliefert wurde. Zugleich befand sich in Scholven seit 1951 die zentrale Aufbereitungsanlage des Ruhrgebiets für Benzol. Die CWH erhielten weiterhin von beiden über Pipelines Ethylen und andere Gase zur Weiterverarbeitung und schickten ihrerseits nicht benötigte Produkte zurück. Der Standort des 1938 gegründeten Werkes war gerade aufgrund der Nähe zum Scholvener Hydrierwerk gewählt worden, die einen problemlosen Austausch auf kurzen Wegen ermöglichte.[260] Ab 1939 war auch das Hydrierwerk Gelsenberg in den Verbund integriert. Die CWH produzierten den synthetischen Kautschuk Buna durch die Spaltung von Kohlenwasserstoffen, zunächst mithilfe von Hydriergasen, in den 1950er Jahren dann auch mit Raffineriegasen im energieintensiven Lichtbogenverfahren. Als Vorprodukte wurden zunächst Acetylen und Ethylen erzeugt und diese dann zu Buna und Styrol weiterverarbeitet. Die Erzeugung des Kunststoffs Styrol erforderte wiederum Benzol. Beim Lichtbogenverfahren fiel als Nebenprodukt Wasserstoff an, der neben Kohle wichtigste Ausgangsstoff der Hydrierung.

Die CWH besaßen auch den ersten Erdgasanschluss im Ruhrgebiet. 1944 wurde zur Versorgung des Werkes die mit 80 km nach den Kokereigasleitungen der Ruhrgas bis dahin längste Pipeline Deutschlands zwischen Bentheim und Hüls in Betrieb genommen, um den hohen Bedarf zu decken. Anfang der 1950er Jahre erfolgte dazu die Umstellung auf die Erdölbasis und damit in Richtung Petrochemie. Dies ermöglichte die Ausdehnung des Produktionsspektrums auf zahlreiche weitere Produkte, darunter diverse Kunststoffe und Waschmittel. 1958 wurde eine neue Buna-Anlage errichtet. Die CWH kooperierten bereits jetzt eng mit der chemischen Industrie, darunter mit der BASF, der Bayer AG und der Hoechst AG, die nicht nur hier Anteile hielten, sondern auch an der Phenolchemie in Gladbeck. Aus dieser Zusammenarbeit entstanden diverse gemeinsame Tochtergesellschaften. Ende der 1970er Jahre stieg die Veba-Chemie AG, zu der auch die Raffinerie Scholven gehörte, mit knapp 90 % zum wichtigsten Aktionär der CWH auf, die 1985 in Hüls AG umbenannt wurde. Heute ist das Gelände als Chemiepark Marl mit zahlreichen dort ansässigen Unternehmen der drittgrößte Chemieverbundstandort Deutschlands. Auch wenn der Verbund durch die Schließung der Zechen und der mit ihnen verbundenen Anlagen wichtige Teile verlor, sind die Verbindungen zu den Gelsenkirchener Raffinerien weiterhin eng.

Die Gründung der Phenolchemie 1952 durch die Hibernia, die Scholven-Chemie und weitere Bergbauunternehmen folgte dem stark anwachsenden Bedarf an Phenolen, ebenfalls ein Ausgangsstoff der Kunststoff- und Kunstfaserindustrie.[261] Produziert wurde aus Cumol, das wiederum die CWH aus Benzol erzeugten und anlieferten, vor allem Aceton. Hier nicht verwertbare Rückstände wurden bei den

260 Siehe zum Folgenden: Kränzlein: Hüls, S. 174–181; Broich: Petrochemie, S. 25–27; Nedelmann: Chemie, S. 40–44; Hibernia AG (Hg.): Chemie-Verbund.

261 Broich: Petrochemie, S. 27–28; Nedelmann: Chemie, S. 38–39.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Rütgerswerken in Castrop-Rauxel weiterverarbeitet und bei den CWH zu Kunstharzen umgesetzt. Auch an diesem Beispiel wird die Kreislaufwirtschaft des Ruhrgebiets deutlich.

Den ersten größeren überregionalen Chemieverbund etablierte die BP Benzin- und Petroleum GmbH.[262] Sie gründete 1957 zusammen mit Bayer in Dormagen die Erdölchemie GmbH, die heute zum britischen Konzern INEOS gehören. Auch dieses Unternehmen war im Bereich der Ethylen-, Kunststoff- und Ammoniakchemie tätig. Die Versorgung mit dem für die Produktion benötigte Leichtbenzin übernahm die BP-eigene Ruhr-Raffinerie in Bucholtwelmen bei Hünxe. Diese schickte das als Nebenprodukt anfallende, stark aromatische, also benzol- und toluolhaltige Pyrolysebenzin zur Weiterverarbeitung zurück. Der Austausch erfolgte von Beginn an über Pipelines, die bis zu den Esso-Raffinerien im Kölner Raum weiterliefen.

Daneben existierten weitere wichtige Chemiestandorte im Ruhrgebiet, die hier nur kurz erwähnt werden sollen. Im linksrheinischen Meerbeck gründete die Rheinpreußen AG 1936 ein Fischer-Tropsch-Werk mit angegliederten Chemiebetrieben.[263] Auch nach Stilllegung der Steinkohlehydrierung 1945 lief dieser Geschäftszweig weiter. Die Erzeugung umfasste bevorzugt petrochemische Grundstoffe verschiedenster Art. Daneben existierte bis zur Übernahme durch die Deutsche Erdöl AG (DEA) Ende der 1960er Jahre eine eigene Tankstellenkette unter dem Namen Rheinpreußen. Heute gehört der Standort ebenfalls zur INEOS. Die Ruhrchemie AG entstand 1928 zur Produktion von Düngemitteln, gehörte also zum Stickstoffsektor der Region.[264] 1936 wurde hier die erste Fischer-Tropsch-Anlage der Region in Betrieb genommen. Die notwendigen Gase, insbesondere Wasserstoff, stammten zunächst aus dem Kokereigasverbund der Ruhrgas und später ebenfalls von den CWH. Besonders hervorzuheben ist hier die ab 1938 entwickelte Oxo-Synthese, bei der Olefine mit einem Gemisch aus Kohlenoxid und Wasserstoff zu Aldehyden umgesetzt werden, einem wichtigen Vorprodukt für Waschmittel, Farben, Lacke und Kunststoffe.[265] Die Umstellung auf den Rohstoff Öl begann erst in den 1960er Jahren. Anfang des Jahrzehnts bewies das Unternehmen erneut seine Innovativität, als es ein neues Verfahren zur Polyethylenerzeugung zur großtechnischen Reife weiterentwickelte. 1984 wurde die Ruhrchemie von Hoechst übernommen. Heute gehört das Werk zur Monheimer OQ Chemicals. Auch zwei weitere Standorte basierten auf Fischer-Tropsch-Anlagen, so das ursprünglich zum Stinnes-Konzern gehörende Werk der Ruhröl GmbH in Bottrop, das als einziges nicht Steinkohle, sondern Teere verarbeitete.[266] Seit den 1950er Jahren wurden Ammoniakverbindungen und diverse Säuren erzeugt. Ende der 1970er Jahre übernahmen die CWH das Werk, das 1995 stillgelegt wurde. Eben-

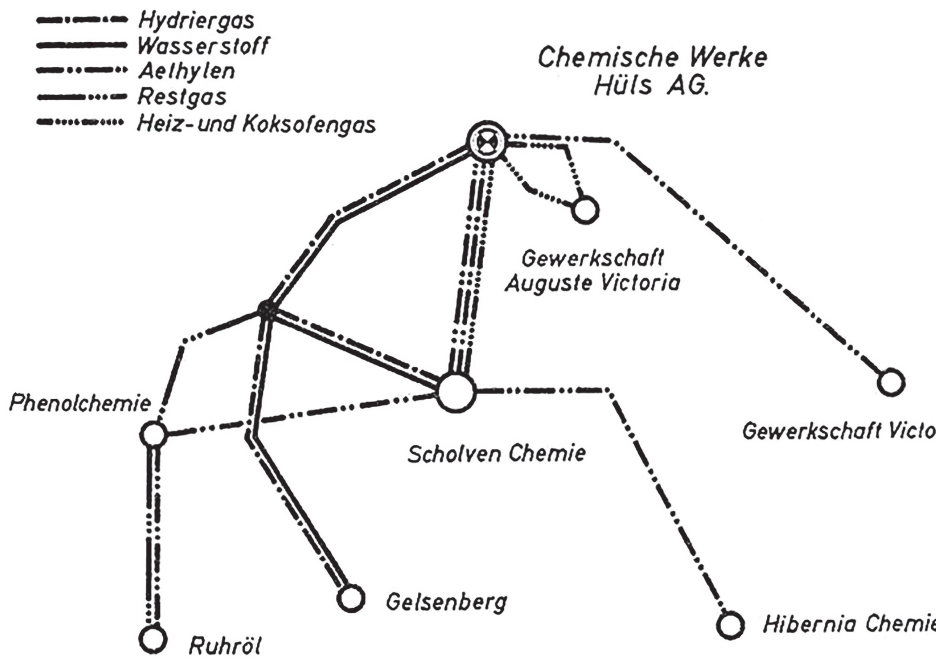
262 Broich: Petrochemie, S. 29–30.
263 Rheinpreußen AG (Hg.): Hundert Jahre Bergbau, S. 90–97; Broich: Petrochemie, S. 27; Nedelmann: Chemie, S. 27–28.
264 Rasch: Ruhrchemie; Nedelmann: Chemie, S. 22–25, Broich: Petrochemie, S. 17–19.
265 Umfassend dazu: OXEA (Hg.): 75 Jahre Oxo-Synthese, Essen 2013.
266 Neuhoff: Bottrop, S. 33; Broich: Petrochemie, S. 16–17.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

falls nicht mehr existent ist das Stickstoffwerk der Gewerkschaft Victor in Castrop-Rauxel, das zwischenzeitlich zur BASF gehörte und 1990 schloss.

Nachdem das Ruhrgebiet bereits in den 1920er Jahren insbesondere durch die Aktivitäten der Ruhrgas AG über eine dichte Pipelinestruktur verfügt hatte, über die Kokereigase zwischen Produzenten und Verbrauchern aller Art ausgetauscht wurden, sorgten die davon ausgehenden Impulse in Richtung Kohlechemie nach Entwicklung dieses Sektors auch für die Entstehung eines entsprechenden Versorgungsystems. Den Ursprung des im Zeitalter der Petrochemie weiter ausgebauten Netzes bildete der Verbund der CWH in Marl mit den Hydrierwerken Scholven und Gelsenberg in Gelsenkirchen.[267] Die Stickstoffwerke der Hibernia und der Gewerkschaft Victor lieferten Ethylen nach Hüls und zur Phenolchemie nach Gladbeck, die wiederum mit der Bottroper Ruhröl verbunden war. Von hier gingen Restkohlenwasserstoffe zur CWH. Bis 1940 entstand so ein Pipelineverbundnetz mit einer Länge von 154 km.

Abb. 32: Der kohlechemische Pipelineverbund im Ruhrgebiet, 1943[268]



Nach dem Krieg folgte vor allem ein rascher Ausbau des Wasserstoffleitungsnetzes, sodass dieses einschließlich der anderen Produktenleitungen den Hauptteil des 1967 bereits auf 677 km angewachsenen Systems ausmachte. Nach zunächst acht Werken

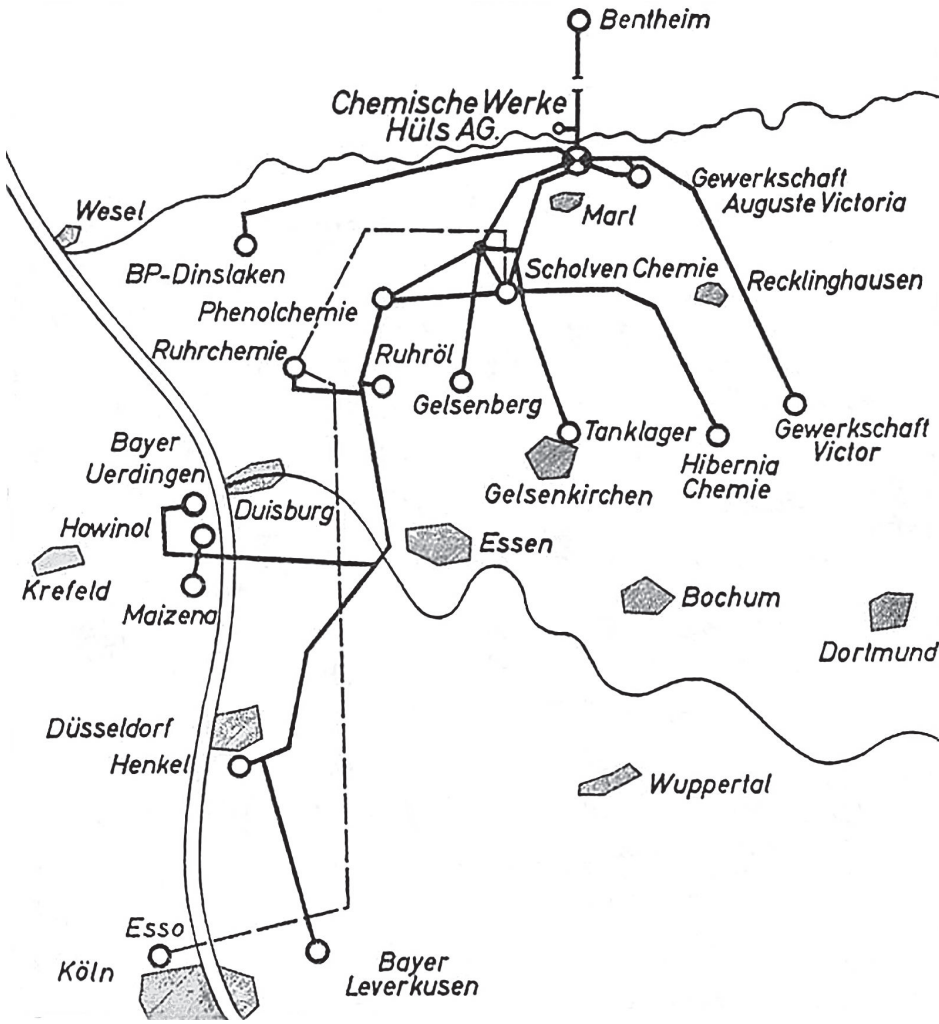
267 Zur Entwicklung siehe umfassend: Banken/Stokes: Wasserstoff-Pipelinenetz; Broich: Petrochemie, S. 32–40; Isting: Rohrleitungstechnik.

268 Quelle: Broich: Petrochemie, S. 34.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

waren nun bereits 21 integriert. Das starke Anwachsen des Netzes resultierte vor allem aus der Ausdehnung ins Rheinland nach Krefeld, Düsseldorf, Leverkusen und Köln. Zwischen 1956 und 1962 wurden hier u. a. die Bayerwerke und die Henkelwerke angeschlossen. Eine Verbindung zur Kölner Esso-Raffinerie ermöglichte die Einspeisung zusätzlicher Mengen. Damit wurde aus dem alten Petrochemieverbund Ruhr der neue Petrochemieverbund Rhein-Ruhr.

Abb. 33: Der petrochemische Pipelineverbund im Rhein-Ruhrgebiet, 1967[269]



269 Quelle: Broich: Petrochemie, S. 36.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Die Bedeutung des Ruhrgebiets für die bundesdeutsche Wasserstoffwirtschaft war immens. Die Region war das absolute Produktions- und Verteilungszentrum und suchte selbst in weltweiter Perspektive ihresgleichen. Auch in den 1970er Jahren scheint es keine auch nur annähernd vergleichbaren Wasserstoffnetze gegeben zu haben, weshalb es die in dieser Zeit verstärkt einsetzende wissenschaftliche Diskussion um die künftigen Nutzungsperspektiven des ersten Elements des Periodensystems regelmäßig als Blaupause für weitere Projekte hervorhob und seinen beispielhaften Charakter betonte. Dies galt selbst für die USA als führende Pipelinenation mit den ältesten Erfahrungen beim Betrieb von Öl- und Erdgasleitungen und dem mit Abstand größten Netz.[270] Und bis heute nimmt der Wasserstoffverbund neben US-amerikanischen Systemen an der Golfküste und dem Verbund der Air Liquide zwischen Nordfrankreich und Belgien bei überregionalen Netzen eine führende Rolle ein.[271] Die Pionierleistung des Ruhrgebiets unterstreichen auch seine Anteile an der bundesdeutschen Wasserstofferzeugung. Hüls erreichte 1966 eine Maximalleistung von rund 425 Mio. m^3, während der Gesamtwert bei gerade 450 Mio. m^3 lag, was knapp 95 % entsprach. Zu diesem Zeitpunkt endete die Netzerweiterung und zugleich wurden kaum noch neue Abnehmer angeschlossen. Dies lag einerseits an den nun zurückgehenden Mengen, verdeutlich aber zudem andererseits, dass sich die wirtschaftlichen Bedingungen für den Bau und Betrieb von Leitungen verschlechterten, deren wichtigste Prämisse der Durchsatz ist.[272] Heute wird das Wasserstoffnetz von Air Liquide, dem größten deutschen Anbieter technischer Gase, betrieben und erreicht als umfangreichstes System eine Länge von 240 km.[273]

In den 1960er Jahren entstand im Rhein-Ruhr-Gebiet ein zweiter Rohstoffgroßverbund im Bereich der Ethylenversorgung. Dessen Anfänge lagen in den späten 1950er Jahren, als zwischen der Kölner Esso-Raffinerie und der Hibernia-Raffinerie Scholven eine erste Leitung gebaut wurde, die über Abzweige auch die CWH und die Ruhrchemie anschloss, vor allem aber im Kölner Raum einen Ethylenverbund etablierte. 1968 beschlossen aufgrund der wachsenden Bedeutung des Ethylens und der ständig erweiterten Kapazitäten die Bayer AG, Hüls, Scholven-Chemie und BP, die Leitungskapazitäten zu erweitern und gründeten zu diesem Zweck die Aethylen-Rohleitungs-GmbH & Co. KG.[274] Außerdem beteiligten sich die NV Nederlandse Staatsmijnen, sodass der Chemieverbund des Ruhrgebiets sich erstmals internationalisierte. Dazu boten sich weitere Anschlussmöglichkeiten, die schon bald genutzt wurden. 1973 besaß die Leitung eine Länge von 370 km und reichte bis ins belgische

270 Bockris/Justi: Wasserstoff, S. 223–226. Bockris gilt als Pionier der modernen Wasserstoffforschung. Gregory: A hydrogen-energy system, S. IV-4 bis IV-7; MacAuliff: Hydrogen and Energy, S. 48–49; Cox/Williamson: Hydrogen, S. 8–9.

271 Gillette/Kolpa: Overview, S. 2; Winter/Nitsch: Wasserstoff als Energieträger, S. 265–267.

272 Banken/Stokes: Wasserstoff-Pipelinenetz, S. 211–212.

273 https://de.airliquide.com/unser-equipment/wasserstoffanlagen, letzter Aufruf 16.8.2021.

274 Kränzlein: Chemie, S. 180–182; Broich: Petrochemie, S. 38–40; Jahrbuch Bergbau, Öl und Gas, Elektrizität, Chemie 1988/89, S. 307–308.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Antwerpen. Stichleitungen und Anschlüsse an Netze im Raum Frankfurt/Ludwigshafen und Rotterdam ergänzten das System, das mit einer Ausdehnung von fast 500 km das mit Abstand größte seiner Art in Deutschland ist.[275] 2009 wurde mit der PRG-Propylenpipeline eine weitere Grundstoffleitung in Betrieb genommen, die auf einer Strecke von 60 km die oben genannten Chemiestandorte in Moers, Oberhausen, Gelsenkirchen und Marl mit dem Duisburger Hafen verbindet. Daneben existierten seit den 1950er Jahren längere Fertigproduktleitungen für Kraftstoffe von Scholven zum Aral-Tanklager am Rhein-Herne-Kanal sowie zum Duisburger Hafen. Letztere ist seit einigen Jahren nicht mehr in Betrieb.[276]

Mit dem Aufkommen des Sauerstoffblasverfahrens[277] in der Eisen- und Stahlindustrie 1957 wuchs der Sauerstoffbedarf in eine Größenordnung, die auf klassischem Wege mit Tankwagen nicht mehr bewältigt werden konnte. Umgehend begann aus Gründen der Versorgungssicherheit bei allen Unternehmen der Bau von Luftzerlegern und eines Sauerstoffleitungsnetzes, das bis in die 1970er Jahre ständig erweitert wurde.[278] Auch wenn dieses Netz durch den Niedergang der Branche in dieser Form nicht mehr erhalten ist, existieren im Ruhrgebiet noch Sauerstoffleitungen, darunter die von Air Liquide zwischen Grevenbroich und Dortmund. Air Liquide besitzt wie Linde, der zweite große Produzent, zudem in der Region mehrere Standorte.

Auch Rohöl erhält das Ruhrgebiet über Großpipelines. 1956 gründeten zwei der drei großen Ölverarbeiter des Ruhrgebiets, die Esso AG für ihre Raffinerie in Wesseling sowie einige kleinere Interessenten die Nord-West Oelleitung GmbH (NWO). Ziel dieser ersten Mineralölfernleitung in Europa war die Deckung des anwachsenden Bedarfs in der Industrieregion. 1958 wurde der Betrieb zwischen Wilhelmshaven und dem Ruhrgebiet aufgenommen. Die Länge der Leitung beträgt 391 km. Heute wird neben den beiden Gelsenkirchener Raffinerien und Wesseling auch die Raffinerie Lingen versorgt. Außerdem bezieht das Ruhrgebiet weitere Mengen über die Rohölleitung Wesel-Gelsenkirchen/Horst. Die Gelsenberg Benzin AG hatte sich für einen eigenständigen Weg entschieden und nicht an der NWO beteiligt, sondern bereits 1957 den Anschluss an den Rhein fertiggestellt. Seit 1960 ist sie mit der Rotterdam-Rhein-Leitung verbunden, die ebenfalls bis Wesseling läuft. Die beiden Gelsenkirchener Raffinerien und die Ruhrchemie in Oberhausen wurden bereits seit 1952 über Leitungen zum Duisburger Hafen versorgt. Diese sind wahrscheinlich die ersten Ölpipelines Deutschlands.

275 Jahrbuch der europäischen Energie- und Rohstoffwirtschaft 2014, S. 270–271.

276 Mineralölwirtschaftsverband (Hg.): Mineralölversorgung mit Pipelines 2021, S. 24–25; Jahrbuch Bergbau, Öl und Gas, Elektrizität, Chemie 1981/82, S. 515; Jahrbuch der europäischen Energie- und Rohstoffwirtschaft 2014. Einen Überblick über den ungefähren Verlauf weiterer größerer Pipelines im Ruhrgebiet bietet: https://www.chemieatlas.de/standort-infrastruktur/ver-und-entsorgung/pipelines, letzter Aufruf, 4.9.2021.

277 Vgl. Abschnitt 3.1.3.

278 Siehe umfassend: Banken/Stokes: Sauerstoffleitungsnetz.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

3.1.12 Die erste Renaissance des Wasserstoffs

Wenn wir heute über die Perspektiven des Wasserstoffs als wichtiger Baustein einer umweltfreundlichen und zukunftsgerechten Energieversorgung sprechen, dann klingt dies mitunter wie die Neuerfindung des Rades. Tatsächlich ist jedoch die Wasserstoffwirtschaft im Ruhrgebiet seit rund 100 Jahren bekannt, wenn auch auf Basis fossiler Energieträger und nicht als Produkt des Einsatzes von aus Erneuerbaren Energieträgern erzeugter Elektrizität. Wie oben beschrieben, waren aus Kohle gewonnene Gase und hier vor allem der Wasserstoff vor dem Zweiten Weltkrieg von enormer Bedeutung. Nach einer Pause von rund drei Jahrzehnten gewann dieses Energiekonzept in den 1970er und 1980er Jahren erneute Aufmerksamkeit. Und es war eine Krisensituation, die diese Rückbesinnung auslöste. In dieser grundsätzlichen Hinsicht unterscheiden sich die damaligen Aktivitäten nicht von der heutigen Situation, wenngleich sich Ursachen, Motive und Ziele mittlerweile völlig verändert haben. Unverändert blieb dagegen die Bedeutung des Ruhrgebiets als *die* Wasserstoffregion Deutschlands, denn sowohl in der ersten Phase der Wasserstoffwirtschaft als auch der zweiten und nun in der dritten besitzt sie die besten Voraussetzungen als Zentrum einer Wasserstoffwirtschaft. War es zunächst der Energieträger Kohle, sind es nun die immer noch vorhandenen Infrastrukturen der älteren Entwicklungen und vor allem das langjährige Know-how in Verbindung mit der dichten Forschungslandschaft, die das Ruhrgebiet mittlerweile auszeichnen. Dies belegen eindrücklich die Ergebnisse der jüngsten Studie zur regionalen Wertschöpfungskette als auch das aktuelle nationale Wassersstoffranking.[279]

Anfang der 1970er Jahre war Erdöl das Nonplusultra der bundesdeutschen Energieversorgung. Sein Anteil lag bei mehr als 50 % und mit Uran und Erdgas standen zwei weitere Energieträger in den Startlöchern, die das Spektrum erweiterten und damit auch für die Zukunft eine ausreichende und sichere Bedarfsdeckung versprachen. Schon wenige Jahre später sah die Situation ganz anders aus. Mit der ersten Ölkrise von 1973 geriet das System ins Wanken, denn die bisherigen Spottpreise für Öl als Auslöser, Motor und schließlich wichtigstes Kennzeichen des Aufstiegs gehörten nun der Vergangenheit an. Dazu kam die Sorge vor weiteren Preissprüngen, nachdem sich die Notierungen für Öl innerhalb kurzer Zeit vervierfacht hatten. Angesichts dieser Entwicklungen kam es bei der Bundesregierung als auch in weiten Kreisen der Energiewirtschaft zu einer Rückbesinnung auf die einheimischen Primärenergieressourcen. Damit rückte die Steinkohle, aber auch die Braunkohle, wieder stärker in den Vordergrund. Im Mittelpunkt des Interesses standen nun auf einmal neben der forcierten Verstromung mit der Hydrierung und Vergasung die altbekannten Methoden der Kohlechemie. Innerhalb kurzer Zeit erfasste diese Bewegung alle Industrienationen, galt doch ein verstärkter Einsatz von Kohle bzw.

279 IW Consult: Wasserstoffranking, Dezember 2020; EnergyEngineers TÜV Nord Group: Kurzgutachten regionale Wertschöpfungsketten, Januar 2021.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

von Produkten der Kohleveredelung als probates Mittel zur Vermeidung künftiger Versorgungsengpässe beim Öl und Linderung der Preiseskalation.[280] Es ging vor allem um Wasserstoff, mit dessen vielfältigen Einsatzmöglichkeiten sich große Hoffnungen verbanden. Wenn auch der verstärkte Ausbau der Kernenergie zunächst die vorherrschende Rolle in den neuen energiepolitischen Versorgungskonzepten spielte, verband die Bundesregierung mit der Entwicklung neuer Verfahren zur Steinkohlenverwendung eine wirksame Unterstützung der Kohlenvorrangpolitik.

Eine konsistente und an langfristigen Zielen orientierte Energiepolitik hatte es in der Bundesrepublik bis dahin nicht gegeben. Bundes- und Landesregierung hatten die Entwicklungen vielmehr laufen lassen und sich bei Bedarf situationsbedingt eingeschaltet. Deutlich wurde dies insbesondere im Rahmen der Kohlenkrise, deren Bewältigung lange Zeit von einem dilatorischen Krisenmanagement bestimmt war. Eine Ausnahme bildeten allein die seit den 1960er Jahren aufgelegten Atomprogramme, deren Kern im forcierten Aufbau von Kapazitäten lag. Mit dem Energieprogramm vom September 1973 legte die Bundesregierung dann erstmals ein Konzept zur Sicherung der Energieversorgung vor, das jedoch allenfalls bei den Zielen zur Energieeinsparung zukunftsweisend war. Dies lag auch daran, dass es am Vorabend der Ölkrise erschien.[281] Schon Ende 1974 war damit eine Fortschreibung des Energieprogramms notwendig, die die Forschungsförderung im Bereich der Vergasung und Verflüssigung von Kohle als wichtigste Maßnahme hervorhob. Das abschließende Fazit klingt äußerst modern, gilt es doch unverändert: „Darüber hinaus wird auch an der Entwicklung neuer gasförmiger Sekundärenergieträger, wie z. B. Wasserstoff oder Kohlenwasserstoff in geschlossenen Kreisläufen, gearbeitet, um den Anforderungen einer flexiblen, ökonomischen und umweltfreundlichen Energieversorgungsstruktur der Zukunft gerecht zu werden."[282]

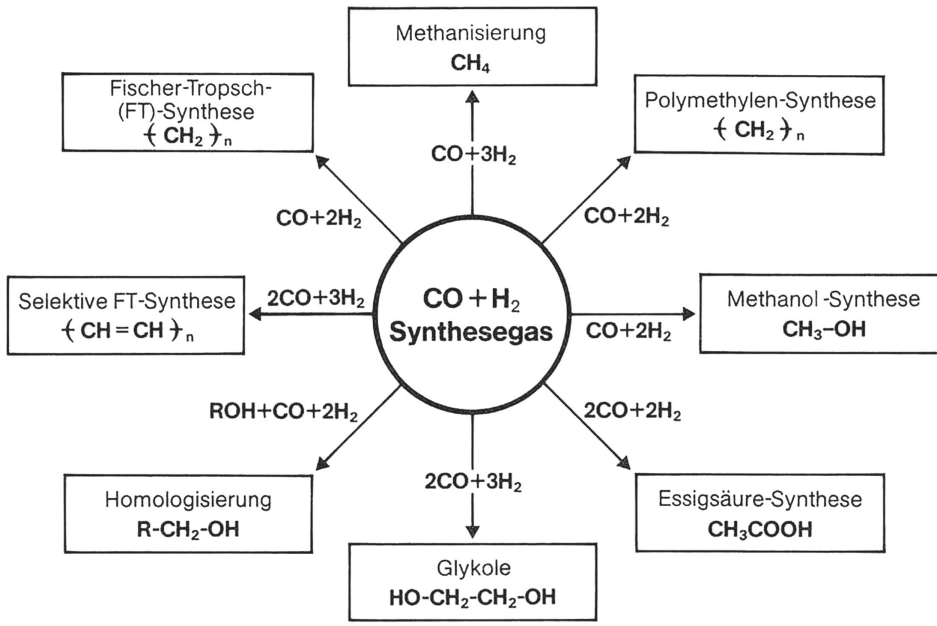
Dementsprechend legte auch das erste „Rahmenprogramm Energieforschung 1974–1977" den Schwerpunkt auf die Kohlenforschung.[283] Somit entwickelten sich in der Bundesrepublik Deutschland verschiedene vom Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) geförderte Programme, die in ihrer Ausrichtung stark an die Bemühungen der Vorkriegszeit erinnerten. Unter anderem ging es um die Gewinnung von Synthesegasen zur Herstellung von Treibstoffen mittels des Fischer-Tropsch-Verfahrens und von anderen Kohlenwertstoffen durch Druckhydrierung sowie den relativ modern anmutenden Gedanken des Einsatzes von Wasserstoff als Brenngas.[284] Auch die weiteren Energieprogramme der Bundesregierung, für die nun nach dem BMFT das Bundeswirtschaftsministerium verantwortlich zeichnete, trugen dieser Zielsetzung Rechnung. Nachdem die zweite Fortschreibung 1977 noch relativ allgemein gehalten war, konkretisierte die dritte Fortschreibung

280 Umfassend zur Weltsituation: Schmitt/Schulz: Renaissance der Kohle?
281 BMFT (Hg.): Energieprogramm 1973.
282 Ebd., S. 58.
283 BMFT (Hg.): Rahmenprogramm Energieforschung 1974–1977, S. 4.
284 BMFT (Hg.): Auf dem Wege zu neuen Energiesystemen: Wasserstoff.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

von 1981 die Thematik, indem das Anfang 1980 beschlossene Kohlenveredelungsprogramm nun explizit um die Förderung „großtechnischer Anlagen zur Demonstration moderner und besonders aussichtsreicher Verfahren der Kohlenvergasung" erweitert wurde.[285] Eine Rückkehr zum Koppelprodukt Kokereigas kam dabei in der Bundesrepublik allerdings ebenso wenig in Frage wie die direkte Verwendung zu Heizzwecken oder in der verarbeitenden Wirtschaft, fehlte doch neben der Vertriebsinfrastruktur längst die entsprechende Anlagentechnik und -kapazität. Die Maßnahmen zielten daher vorrangig auf einen Einsatz zur Elektrizitätserzeugung und als Erdgasersatz, diskutierten dazu jedoch auch umfassend die Rolle von Fernwärme und Wasserstoff sowie insgesamt der Produktion von Kraftstoffen und Chemierohstoffen aus Kohle.

Abb. 34: Möglichkeiten einer Synthesegas-Chemie, 1981[286]



Innerhalb kurzer Zeit entstanden zahlreiche Projekte und Versuchsanlagen, die schnellstens die Umsetzung der Vergasungsverfahren in marktreife großtechnische Maßstäbe erlauben sollten und in Anlehnung an die allgemeinen energiewirtschaftli-

285 BMWi (Hg.): Energieprogramm 1977, S. 26–27; dsgl. 1981, S. 37–38.
286 Verband der Chemischen Industrie e. V. (Hg.): Rohstoffsicherung durch Kohleveredelung, S. 39.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

chen Tendenzen teilweise auf die Nutzung nuklearer Prozesswärme setzten.[287] Im Vordergrund des Interesses stand die vollständige Vergasung von Kohle mit nachfolgender Methanisierung zu hochkalorigem Heizgas, dem Synthetic Natural Gas (SNG). Gegenüber den herkömmlichen Verfahren bot eine solche Kombination aufgrund der Wirkungsgradverbesserung erhebliche energetische Vorteile, eine erhöhte Gasausbeute und damit insgesamt eine Verbilligung der Erzeugung. Außerdem ließen sich mit dem aus Wasserstoff und Kohlenoxid bestehenden Synthesegas dieselben Prozesse betreiben wie mit anderen fossilen Energieträgern.

In diesem Bereich arbeitete die in Essen ansässige Bergbau-Forschung GmbH bereits seit 1969 in Kooperation mit der Kernforschungsanlage Jülich GmbH und der RWE-Tochter Rheinische Braunkohlenwerke AG zusammen. Anfang 1974 gründeten diese unter Beteiligung weiterer Stahlunternehmen und Reaktorbauer die „Arbeitsgemeinschaft Nukleare Prozesswärme", denn zunächst musste die energietechnische Grundlage geschaffen werden. Und diese sollte in der Entwicklung eines Thorium-Hochtemperaturreaktors (THTR) bestehen, dessen Temperatur von bis zu 750 °C die der klassischen Siede- und Druckwasserreaktoren um mehr als das Doppelte übertraf.[288] So liefen ab 1975 mit finanzieller Unterstützung des BMFT Planungen zum Bau einer Prototypanlage, die ab 1985 zum Einsatz kommen sollte. Der dafür vorgesehene Kugelhaufen-Reaktor der VEW in Hamm-Uentrop ging schließlich erst vier Jahre später als vorgesehen 1983 in den Versuchsbetrieb und avancierte aufgrund seiner schlecht handhabbaren und störanfälligen Technologie zur einer der größten Investitionsruinen des bundesdeutschen Kernenergiesektors überhaupt.[289] Der Reaktor war im Übrigen der einzige nennenswerte Ausflug des Ruhrgebiets in diesen Bereich, nachdem die Atomeuphorie der 1950er Jahre auch hier zu gerade fantastischen Zukunftsvisionen geführt hatte.[290] Solche Szenarien beeinträchtigten die technikeuphorische Stimmung allerdings selbst nach dem Unfall 1979 im US-Kernkraftwerk Three-Mile-Island in Harrisburg kaum. Die direkte Koppelung von Kernenergie- und Gaserzeugung bildete von nun an weltweit den Ausgangspunkt zahlreicher Forschungsvorhaben, während zugleich die Prüfung konventioneller Verfahren boomte. Allein in der Bundesrepublik entstanden bis 1980 insgesamt 15 Projekte, die die drei traditionellen Vergasungstechnologien weiterentwickelten oder neue Ansätze verfolgten, darunter zwei auf Kernenergiebasis und mit acht mehr als die Hälfte im Ruhrgebiet.[291]

287 Siehe zum Folgenden auch: Bleidick: Ruhrgas, S. 375–383. Brügel: Nukleare Prozesswärme; Eickhoff/Kugeler: Nukleare Prozeßwärme für die Wasserstofferzeugung; Haus der Technik (Hg.): Kohle und Kernenergie.

288 Jüntgen: Arbeitsgemeinschaft Nukleare Prozesswärme.

289 Michaelis/Salander (Hg.): Handbuch Kernenergie, S. 85–89.

290 Dudde: Atomprojekte.

291 Umfassend zu den Vergasungsverfahren, Projekten und Konzepten: Brecht/Hoffmann: Vergasung von Kohle, S. 7–24; Ruhrgas AG (Hg.): Vergasung und Hydrierung von Kohle; Verband der Chemischen Industrie e. V. (Hg.): Rohstoffsicherung durch Kohleveredelung, S. 53–60. Siehe auch: Steinmetz: Kohle und Kernenergie.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Die RWE-Rheinbraun-Tochter Union Rheinische Braunkohlenkraftstoff AG in Wesseling errichtete eine halbtechnische Anlage zur Vergasung von Rohbraunkohle mit dem Hintergrund, dass durch die verstärkte Verlagerung der Stromerzeugung auf Kernenergie große Mengen Braunkohle zur Verfügung stehen würden und ab 1985 Braunkohlengas in Konkurrenz zum Erdgas zu verkaufen sei. Eine ähnliche Anlage betrieb die Bergbau-Forschung auf der Essener Zeche Königin Elisabeth.[292] Dieses utopisch anmutende Vorhaben fand eine gewisse Parallele in den nicht einmal ansatzweise umgesetzten Plänen der VEW, die selbst ein großes Ferngasnetz im westfälischen Raum betrieb. Dazu gehörte der Bau eines gigantischen und alle bisherigen anlagen übertreffenden Kraftwerks auf Steinkohlenbasis mit einer Leistung von 4.800 MW, in dem der Thorium-HTR die Prozesswärme zur Erzeugung von zusätzlich 15 Mrd. m^3/a Steinkohlengas bereitstellen sollte.[293]

Bei der Ruhrgas AG wurde die sich abzeichnende nachhaltige Renaissance der Kohle angesichts der zwangsläufigen Einbindung des Unternehmens schon früh aufgegriffen, wenn auch wenig euphorisch mit dem Ziel einer Beobachtung der Entwicklungen. Das Unternehmen wollte sich dem Trend nicht entziehen, blieb aber in seinen Zukunftsprognosen erheblich moderater als die Politik und die Elektrizitätswirtschaft und beurteilte das wirtschaftliche Potenzial der Kohlenvergasung in der Bundesrepublik vor allem mit Blick auf das Preisniveau der Ruhrkohle sowie die Investitions- und späteren Erzeugungskosten äußerst skeptisch. Das galt insbesondere für den Einsatz von Kernreaktoren. Folglich beteiligte sich die Ruhrgas zunächst nur verhalten, auf politischen Druck und unter Umsetzung von Bundesmitteln. Bereits 1973 hatte das Unternehmen mit der Steag und der Ruhrkohle AG die Arbeitsgemeinschaft „Druckvergasung" gebildet, um die technische Weiterentwicklung des bei der Steinkohlengas AG in Dorsten seit Mitte der 1950er Jahre angewandten Lurgi- bzw. Lurgi-Ruhrgas-Verfahrens zu prüfen. Als weltweit einziges Unternehmen verfügte die Lurgi Kohle und Mineralöl GmbH dank ihrer seit den 1920er Jahren ununterbrochenen Tätigkeit auf diesem Gebiet über verschiedene kommerziell erprobte und stetig modernisierte Verfahren zur Erzeugung verschiedener Gase auf Kohlenbasis.[294]

1978 begannen die Vorbereitungen der Arbeitsgemeinschaft zum Bau der Versuchsanlage „Ruhr 100" zur Vergasung nicht- oder schwachbackender Ruhrkohle in Dorsten, als mit Abstand bedeutendstes Projekt. Zwischen Sommer 1979 und 1983 lief der Versuchsbetrieb mit dem Ziel, nach einem modifizierten Verfahren mit dem weltweit höchsten Betriebsdruck Kohle restlos zu vergasen und die Grundlagen dafür zu schaffen, das Produkt nach weiterer Behandlung für das Stadtgasnetz bzw. in SNG-Qualität bereitstellen zu können. Im Herbst 1981 erreichte die „Ruhr 100" nach über 3.000 Betriebsstunden erstmals einen regelmäßigen Betriebsdruck von 95 bar und bewies mit der erstrebten Verdoppelung der Durchsatzleistung ihre Funkti-

292 Schulten: Nukleare Prozesswärme für die Kohlenvergasung.
293 Schwarz: Die VEW von 1948–1989, S. 242.
294 Gratkowski: Kohlevergasung.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

onsfähigkeit.[295] Schon jetzt bewahrheitete sich jedoch die anfängliche Skepsis, denn die Betriebserfahrungen hatten auch die unzureichende Wettbewerbsfähigkeit der Produktion von Kohlengas in einer bundesdeutschen Großanlage gegenüber dem Erdgas aufgezeigt. Zwar hatten sich die Hoffnungen auf technischer Ebene durchaus erfüllt, doch überstiegen die Kosten das Niveau der Marktpreise um mehr als 200 %.

Die „Ruhr 100" wurde nach Abschluss umfangreicher Versuche mit verschiedenen Kohlensorten Ende 1983 stillgelegt und 1985 abgerissen. Ausschlaggebend war die bereits 1980 aufgrund der prekären Haushaltslage des Bundes nicht mehr vollständig erfüllte Förderungszusage und die unzureichende Mittelbereitstellung für die zweite Betriebsphase.[296] Damit starb auch ein weiteres, auf Veranlassung der Bundes- und Landespolitik initiiertes Projekt noch im Erörterungsstadium. Im September 1979 hatte der Vorstand der Ruhrgas AG eine Absichtserklärung mit der Ruhrkohle AG mit dem Ziel abgeschlossen, die sogenannte „Industrieanlage Ruhr" gemeinsam zu planen, zu errichten und zu betreiben. Das Konzept entsprach einer Synthese der vorhandenen Projekte und sah den dreistufigen Bau einer Kohlevergasungseinheit mit einer Endkapazität von 3 Mio. t SKE Steinkohleeinsatz pro Jahr vor. Die Anlage sollte mit einem 700-MW-Steinkohlenkraftwerk kombiniert werden, um auf diesem Weg Synergien durch die direkte Verstromung des im Lurgi-Vergaser nicht einsetzbaren Feinkohlenanteils zu erzielen. Weitere Perspektiven bot die optionale Ergänzung eines Reaktors. Nach diesem rund zehnjährigen Ausflug in ein längst aufgegebenes Geschäftsfeld beendete die Ruhrgas AG die Aktivitäten im Bereich der Kohlevergasung endgültig und widmete sich nur noch dem Erdgas.

Die Ruhrchemie AG und die Ruhrkohle Öl und Gas GmbH ließen sich von diesem Ergebnis nicht abschrecken und errichteten ab 1984 nach ebenso erfolgreichen Versuchen mit einem Texaco-Verfahren in Oberhausen-Holten die „Syntheseanlage Ruhr" mit einer Kapazität von 250.000 t Kohle pro Jahr. Aus wirtschaftlichen Gründen wurde der Betrieb im Winter 1991/92 jedoch auf Öl umgestellt. Insgesamt entstanden in der Bundesrepublik acht Pilotanlagen zur Kohlevergasung darunter drei im Ruhrgebiet, eine im Saarland, eine im Aachener Revier, zwei im rheinischen Braunkohlerevier und eine in Hamburg.[297] Bei der Hydrierung wurden dagegen nur drei Pilotanlagen errichtet, davon je eine im rheinischen Braunkohlerevier, im Saarland und im Ruhrgebiet. In Bottrop arbeitete seit 1982 die Kohleölanlage der Ruhrkohle AG und der Veba-Oel AG.[298] Auch diese bewies ihre Funktionsfähigkeit bei einem täglichen Einsatz von 200 t Steinkohle, um danach dasselbe Schicksal wie die Ruhr 100 zu erfahren.

Insgesamt wurden zwischen 1974 und 1981 von der Bundesregierung und den Landesregierungen 61 Projekte aufgelegt, wobei die Förderung der öffentlichen Hand

295 Lohmann: Kohlevergasung.
296 „In Dorsten ging das Feuer aus", in: gasette 10 (1983), H. Oktober, S. 9.
297 Verband der Chemischen Industrie e. V. (Hg.): Rohstoffsicherung durch Kohleveredelung, S. 11.
298 Umfassend dazu: Specks: Kohlenvergasung und Kohlenverflüssigung.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Anteile von teilweise bis zu 85 % erreichte.[299] Anders waren die von der kriselnden Wirtschaft der 1970er Jahre zunehmend beeinträchtigten Unternehmen der Energiewirtschaft auch kaum zu Aktivitäten zu animieren. Der Steinkohlenbergbau war dagegen sowieso daran gewöhnt, sich vorrangig über Subventionen zu finanzieren, und sonnte sich im Licht des neuen öffentlichen Interesses. Aus seiner Perspektive ging die Entwicklung nun endlich wieder in die richtige Richtung, nachdem man lange Zeit vor einer übermäßigen Abhängigkeit von Energieimporten gewarnt hatte. Nun sah man sich bestätigt und hoffte auf eine neue Zukunft. Die seit 1982 amtierende neue christlich-liberale Bundesregierung sah das jedoch anders und führte die Politik der sozial-liberalen Vorgängerregierung nicht fort. Es wurden keine neuen Projekte aufgelegt und die bestehenden liefen nach und nach aus. Dazu trug sicherlich auch die bald veränderte Situation auf den weltweiten Energiemärkten bei, die nun wieder preisgünstigeres Öl anboten. Der eindeutig an wirtschaftlichen Aspekten orientierte fossile Pfad der Energiewirtschaft wurde jedoch weiter beschritten, sodass auch die Pfadabhängigkeit bestehen blieb.

Damit endeten die Ansätze zu einer Wasserstoffwirtschaft, die schon zu dieser Zeit als großer Hoffnungsträger gefeiert wurde, auch wenn sie noch auf fossiler Basis entstehen sollte. Zugleich wurde der damit verbundene Forschungssektor, der zu dieser Zeit bereits stark entwickelt war, mehr oder weniger aufgegeben. Wahrscheinlich trugen vor diesem Hintergrund auch die negativen Prognosen dazu bei, die die Anfänge einer nennenswerten Bedeutung des Wasserstoffs im Energiemix auf das neue Jahrtausend verlegten und zugleich die Bedeutung der Kernenergie zu dessen Erzeugung hervorhoben, falls diese aus Umweltschutzgründen aus Wasser erfolgen sollte.[300] Damit verbanden sich regelmäßig Hinweise auf zu hohe Kosten. Dies galt auch für die Stahlindustrie, wo der Einsatz von Wasserstoff für unterschiedlichste Zwecke ebenfalls heiß diskutiert und schon zu dieser Zeit insgesamt als technisch möglich erachtet wurde.[301] Gleichzeitig herrschte in internationaler Perspektive Einigkeit, dass die Technik längst kein Hindernis mehr darstellte, sondern umfangreiche Möglichkeiten zur Wasserstoffnutzung bestanden.[302] Das galt selbst für Kraftfahrzeuge und hier sogar in Kombination mit Elektroantrieben.[303] Zahlreiche populäre Sachbücher brachten der Öffentlichkeit das Thema näher, sorgten damit für ein breites Verständnis der Materie und fanden ein Publikum in der in den 1980er

299 Verband der Chemischen Industrie e. V. (Hg.): Rohstoffsicherung durch Kohleveredelung, S. 53–60.

300 Siehe etwa: Kalenda/Ruckelshauß: Marktpotenzial.

301 Z. B. Europäische Kommission (Hg.): Wasserstoff in der Eisen- und Stahlindustrie.

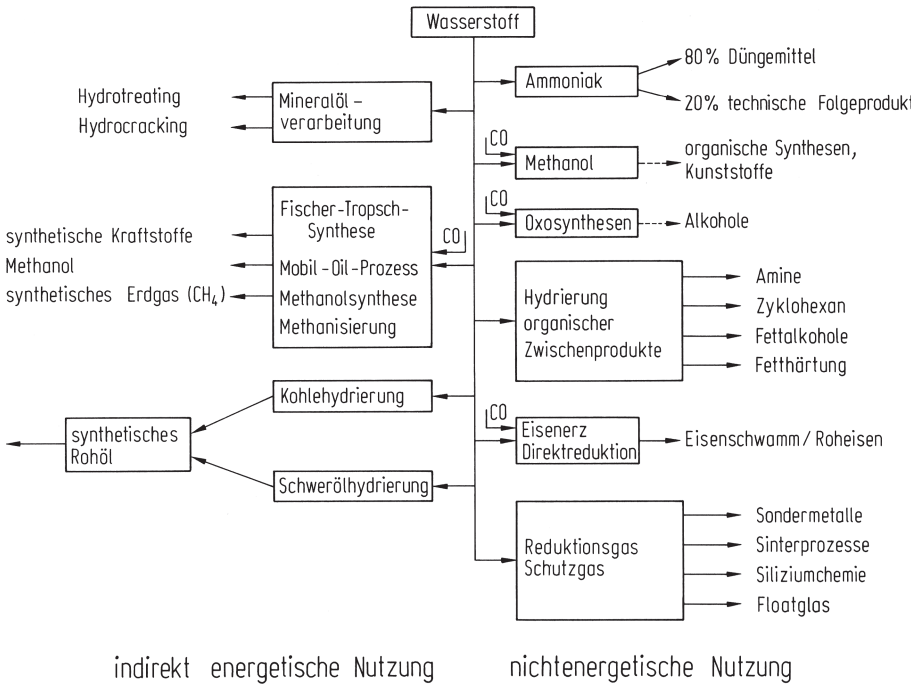
302 Beghi, G.: Hydrogen. Energy Vector of the Future, London 1983. Der Band referiert die Ergebnisse einer Tagung, die 1981 im Essener Haus der Technik stattgefunden hatte. Bracha: Wasserstoff im Aufwind.

303 Technischer Überwachungs-Verein Rheinland: Alternative Energien für den Straßenverkehr.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Jahren erstarkenden Ökologiebewegung. Dabei wurden umfassend Erzeugungsvarianten mithilfe der Solar- und Windenergie diskutiert.[304]

Abb. 35: Prozessschema der Wasserstoffnutzung, 1986[305]



Die Bundesregierung antwortete mit Lippenbekenntnissen. So bekannte sie sich beispielsweise 1986 im Jahr der Gründung des Bundesumweltministeriums zwar in einer Studie einleitend zum Umweltschutz und stellte nicht nur dessen Notwendigkeit fest, sondern auch dass Wasserstoff eine „ganz wesentliche Systemkomponente" werden könne. Daher stehe sie diesem Sekundärenergieträger „grundsätzlich positiv gegenüber". Auf der letzten Seite der Studie relativierte sie dann mit Blick auf eine frühestens in 20 Jahren zur Verfügung stehende ausgereifte Solartechnik, dass sie daran orientiert sei, „Probleme im richtigen Rahmen und in der richtigen Reihenfolge zu lösen". Die Bundesregierung habe für „diese Strategie" nicht nur „hohe Priorität und viel Geld eingesetzt, sie ist auch bereit, diesen Weg langfristig und stetig fortzusetzen."[306] Hinsichtlich der Solartechnik sollte sie Recht behalten, doch bedeutete diese Aussage nicht weniger als das Ende der Wasserstoffforschung. Es

304 Siehe z. B.: Weber: Der sauberste Brennstoff; Getoff/Hartig: Wasserstoff als Energieträger; Hoffmann: Wasserstoff. Energie mit Zukunft; Tributsch: Rückkehr zur Sonne. Wasserstoff, die Energie der Zukunft.

305 Quelle: Winter/Nitsch: Wasserstoff als Energieträger, S. 57.

306 BMFT (Hg.): Wasserstoff – Energieträger mit Zukunft, S. 3, 19.

https://doi.org/10.5771/9783746918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

blieb aus dieser Zeit jedoch die nun wiederentdeckte Erkenntnis, was mit Wasserstoff alles machbar sein könnte.

3.1.13 Wissenschaft und Forschung

Heute ist das Ruhrgebiet eine Bildungs- und Forschungsregion. Die Dichte an Universitäten, Hochschulen und sonstigen Einrichtungen in diesem Sektor sucht in Deutschland ihresgleichen und auch in europäischer Perspektive steht das Ruhrgebiet an der Spitze. Diese Situation ist das Ergebnis der Entwicklung in den vergangenen 60 Jahren. Den Anfang machte die Ruhr-Universität Bochum, die 1962 gegründet wurde und 1965 den Lehrbetrieb aufnahm. Ihr folgten rasch die Universität Dortmund und mit der Entstehung des Gesamthochschulwesens Anfang der 1970er Jahre die beiden Gesamthochschulen in Essen und Duisburg, die später zur Universität Duisburg-Essen fusioniert wurden. Nun kam es zu einer ersten Gründungswelle, der sich eine zweite nach der Jahrtausendwende anschloss, sodass heute in einer ausdifferenzierten Hochschulregion über 200.000 Menschen an 22 Einrichtungen studieren. Aus dem Standortfaktor Kohle ist der Standortfaktor Wissen geworden.[307]

Die Tradition des Ruhrgebiets als Wissenschaftszentrum ist erheblich länger, wenngleich auch mit völlig anderen Strukturen und Ausprägungen. Lange Zeit galt das Kaiser Wilhelm II. zugeschriebene Diktum, dass in der Industrieregion Universitäten und Kasernen nichts zu suchen hätten. Dahinter stand der Gedanke, dass von einer Kombination aus Bildung und Militär potenziell revolutionäre Gefahren ausgehen könnten. Die Bildung stand dabei im Vordergrund, waren doch die bürgerlichen Freiheitsbewegungen der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts maßgeblich von Professoren und Studenten getragen worden. Später verstärkte die seit den 1860er Jahren aufkommende Arbeiterbewegung, die Bismarck zwischenzeitlich mit dem Sozialistengesetz bekämpfte, diese Haltung. Nach der Schließung der seit 1655 in Duisburg bestehenden Universität 1818 blieb das Ruhrgebiet in dieser Hinsicht zunächst ein Niemandsland.

Mit der aufkommenden Industrialisierung entwickelte das Ruhrgebiet aber seit den 1850er Jahren einen eigenen Wissenschaftsstil, der von der Industrieforschung und der Gemeinschaftsarbeit des montanindustriellen Leitsektorenkomplexes aus Hütten- und Bergwerksgesellschaften bestimmt wurde und anderen Industrieregionen weit voraus war. So wurde zwar „Bergbaukunde“ an den Universitäten in Berlin, Aachen, Freiberg und Clausthal gelehrt und damit sowohl die bergbaulichen Leitungsgremien als auch die gehobene Beamtenschicht der Bergbehörden außerhalb der Region ausgebildet.[308] Und Ähnliches galt für die Eisenhüttenkunde. Dies kompensierte das Ruhrgebiet allerdings mit dem Aufbau eines regionalen Innovationssys-

307 Stallmann: Vom Kohlenpott zur Wissenschaftsregion.
308 Bleidick: Entwicklung der Montanberufe, S. 414–419.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

tems, das maßgebliche Impulse bei der Weiterentwicklung zahlreicher technischer Verfahren und im 20. Jahrhundert im Bereich der Kohlechemie setzte. Zugleich erwies sich das Fehlen der Universitäten seit dem ausgehenden 19. Jahrhundert, als die Natur- und Technikwissenschaften im Rahmen der zweiten Industriellen Revolution eine immer größere Bedeutung erlangten und forschungsintensive Branchen wie die Elektrotechnik und die Chemieindustrie eine Führungsrolle einnahmen, als nicht unproblematisch. Wissenschaft und Forschung konzentrierten sich im Ruhrgebiet folglich zwangsläufig auf die beiden Leitsektoren Kohle und Stahl mit einem starken Schwerpunkt im Bereich der Industrieforschung, denn alle großen Unternehmen betrieben eine intensive Entwicklungsarbeit.[309]

Ergänzt wurde diese durch die Aktivitäten der Zulieferindustrie, die sich von Beginn an parallel zu den beiden Leitbranchen entwickelte und mit hunderten kleinen, vielen mittelgroßen und einigen großen Anbietern das produzierte, was die Kunden nachfragten, aber nicht selbst erzeugten. Damit verbunden war eine starke Innovativität, die durch eine heftige Konkurrenz beflügelt wurde. Am Markt waren Qualität und angesichts der unterschiedlichen Bedingungen in den Zechen spezifische Lösungen gefragt, die nicht nur eine hohe Sachkenntnis, sondern auch umfangreiche Entwicklungsarbeiten erforderten. Die Bedeutung dieses Sektors ist nicht hoch genug einzuschätzen, doch fehlen angesichts einer völlig unzureichenden Quellenlage die Möglichkeiten zu einer genaueren Identifizierung und Konturierung der Einflüsse. Vielfach bestanden zwischen Produzenten und Kunden enge Beziehungen, sodass auf beiden Seiten Klarheit über Angebote und Bedürfnisse herrschte.[310]

Dieser Innovationsstil wurde bereits recht früh von Gemeinschaftsorganisationen getragen. Für den Bergbau ist zunächst die Westfälische Berggewerkschaftskasse (WBK) zu nennen, die 1864 gegründet wurde und die Bochumer Bergschule betrieb. In dieser mit Abstand wichtigsten deutschen Bergschule wurden mittlere Führungskräfte wie Steiger ausgebildet. Sie besaß Dependenzen in anderen Ruhrgebietsstädten, war in ihrer Unterrichtskonzeption wegweisend für die Bergschulen in anderen Revieren und erreichte in diesem Ausbildungsbereich lange Zeit Anteile von weit mehr als 50 %. 1972 wurde sie nach rund zehn Jahren als Ingenieurschule zur Fachhochschule umgewandelt und arbeitet heute als Technische Hochschule Georg Agricola. Die Anfänge der Bochumer Bergschule reichen noch weiter zurück. Sie entstand als erste im Ruhrgebiet bereits 1816, doch begann erst mit der Berggewerkschaftskasse die Professionalisierung, denn gleichzeitig wurde die anwendungsorientierte Forschung aufgenommen.[311] Im Zentrum standen die Kohlechemie, für die ein Labor entstand, die Markscheiderei (Vermessungswesen), Messinstrumente ver-

309 Maier/Berger: Wissenschaft im Ruhrgebiet, S. 47.
310 Bleidick/Weber: Bergbau-Zulieferindustrie.
311 Siehe zur WBK und der Bergschulausbildung: Bleidick: Entwicklung der Montanberufe, S. 419–431; Kretschmann/Düppe: Technische Hochschule Georg Agricola.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

schiedenster Art, die Seilprüfung, das Grubenrettungswesen, die Materialprüfung und die Geologie. Von diesem Bereich gingen maßgebliche Impulse für das Verständnis des Steinkohlengebirges aus, dessen Strukturen bis ins 20 Jahrhundert hinein noch nicht abschließend geklärt waren.[312] Unterstützt wurde die WBK vom 1858 als einer der ersten großindustriellen Verbände überhaupt gegründeten Verein für die bergbaulichen Interessen (Bergbau-Verein), der nicht nur von Beginn an eine wissenschaftliche Bibliothek aufbaute, die heute einen wichtigen Bestandteil der Bibliothek des Ruhrgebiets in Bochum darstellt, sondern sich ab der Jahrhundertwende auch stärker selbst in der Forschung engagierte. So bildeten seine Aktivitäten im Bereich der Dampfkesselüberwachung einen wichtigen Grundstein für die Entstehung der modernen Technischen Überwachungs-Verein (TÜV). Dazu traten ebenfalls das Grubenrettungswesen und schließlich der große Bereich der Produktnormierung.[313]

Im 20. Jahrhundert war es dann vor allem das 1913 in Mülheim gegründete Kaiser-Wilhelm-Institut für Kohlenforschung, das als Leuchtturm mit landesweiter Bedeutung den Forschungsstandort Ruhrgebiet stärkte.[314] Dazu kamen 1918 die Gesellschaft für Kohlentechnik und 1932 die Forschungsstelle für Kohlenpetrographie und Steinkohlenaufbereitung der WBK. Neuen Schwung gewann die Entwicklung nach dem Zweiten Weltkrieg. Ab 1928 war zwar das Silikose-Forschungsinstitut der Bergbauberufsgenossenschaft am Bochumer Bergmannsheil zur zentralen Institution in diesem Sektor avanciert und hatte wichtige Impulse bei der Anerkennung weiterer bergmännischer Berufskrankheiten gesetzt, doch begann nun eine wahre Gründungswelle. Bis Ende der 1950er Jahren konnte das Ruhrgebiet zwölf technisch-wissenschaftliche Vereinigungen gewinnen, die entweder neu gegründet wurden oder aber ihren Sitz hierhin verlegten. Darunter das Staatliche Materialprüfungsamt Nordrhein-Westfalen, das Elektrowärme- und das Gaswärme-Institut, die Versuchsanstalt für Binnenschiffbau und das Forschungsinstitut für Hochofenschlacke.[315] Außerdem wurde die Bergbauforschung 1958 im gleichnamigen Institut zusammengefasst und die Gemeinschaftsarbeit angesichts der wachsenden Herausforderungen der Mechanisierung und später Automatisierung von Gewinnung und Förderung noch stärker hervorgehoben.[316] Zu erwähnen sind abschließend noch drei Einrichtungen, die bis heute bestehen und nach wie vor eine wichtige Funktion besitzen. Erstens der schon im Kaiserreich etablierte Forschungsbereich der heutigen Aral AG in Bochum, der seit den 1920er Jahren zum Zentrum der Benzol- und Kraftstoffforschung aufstieg und mittlerweile eines von drei weltweiten Forschungszentren der BP ist. Und zweitens das 1927 in Essen gegründete Haus der Technik, Deutschlands ältestes unabhängiges technisches Weiterbildungsinstitut, das lange Zeit eine einzigartige Scharnierfunktion zwischen Kohle und Stahl einnahm. Ebenfalls in

312 Zur Bochumer Forschung siehe umfassend: Moitra: Wissensrevier.
313 Przigoda: Unternehmensverbände im Ruhrbergbau, S. 104–126.
314 Siehe hierzu Abschnitt 3.1.7.
315 Maier/Berger: Wissenschaft im Ruhrgebiet, S. 40.
316 Bergbau-Forschung GmbH: 20 Jahre Gemeinschaftsforschung.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Essen ansässig ist das RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung, das ab 1926 zunächst als Ableger des Instituts für Konjunkturforschung arbeitete und 1943 als Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung verselbständigt wurde.[317]

Bei der Eisen- und Stahlindustrie sah die Situation anders aus. Die Zentren der Ingenieurausbildung lagen zwar ebenfalls außerhalb des Ruhrgebiets, doch mit der 1882 in Bochum gegründeten und zehn Jahre später nach Duisburg gezogenen Rheinisch-Westfälische Hüttenschule konnte die Branche nicht ansatzweise mit den Erfolgen der Bergschule konkurrieren.[318] Die heutige Universität Duisburg-Essen geht auf diese, zwischenzeitlich zur Königlich-Preußischen Maschinenbau- und Hüttenschule weiterentwickelte Anstalt zurück. Die im Stahlsektor insgesamt schwächere Bedeutung des Ruhrgebiets bei Wissenschaft und Forschung resultierte aus dessen anderer Entwicklung. Aufgrund der vergleichsweise größeren Dezentralität der Branche entstand der Verein Deutscher Eisenhüttenleute (VDEh) nicht im Ruhrgebiet, sondern 1880 in Düsseldorf. Der bereits 20 Jahre zuvor gegründete Technische Verein für Eisenhüttenwesen wurde zwar auf maßgebliche Initiative der Ruhrindustrie gegründet, schloss sich aber umgehend dem Verein Deutscher Ingenieure in Berlin an, um dann im VDEh aufzugehen. Und so war es wenig verwunderlich, dass sich auch die institutionalisierte Forschung im Rheinland konzentrierte. Vier Jahre nach dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Kohlenforschung entstand das Schwesterinstitut für Eisenforschung dann 1917 ebenfalls in Düsseldorf.[319] Erheblich höher als beim Bergbau war beim Stahl aber auch weiterhin die Relevanz der innerbetrieblichen Forschung, denn die Entwicklung neuer Produkte und Qualitäten gehörte seit dem 19. Jahrhundert zu den Aushängeschildern und Erfolgsgaranten der Unternehmen. Sie ließen sich patentieren und mit Gewinn vermarkten, sodass Aspekte der Eigenständigkeit und Geheimhaltung eine erheblich wichtigere Rolle spielten als bei den Zechengesellschaften.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass das Ruhrgebiet bis in die 1930er Jahre auch bei der Forschung der montanindustriellen Monostruktur folgte. Diese wurde allerdings bereits vor der Kohlenkrise aufgebrochen und um revierferne Bereiche erweitert. Eine weitere Abkehr vom klassischen Innovationssystem mit seiner Ausrichtung auf die kohlespezifische Gemeinschaftsarbeit brachte die Gründung der Universitäten. Seit den 1970er Jahren wurde der Umbruch zur Wissens- und Bildungsregion durch die Fachhochschulen nochmals beschleunigt, während die Landespolitik auf eine innovationsorientierte Regionalpolitik umschwenkte.[320] Nun atmete das Ruhrgebiet statt Rauch endlich auch Zukunft.

317 Pierenkemper/Fremdling: 75 Jahre RWI.
318 Friggemann: Hüttenschule.
319 Umfassend dazu die Aufsätze in: Maier/Rasch/Zilt: 150 Jahre Stahlinstitut VDEh.
320 Siehe dazu: Trischler: Wissenschaftslandschaft Ruhrgebiet; Stallmann: Wissenschaftsregion Ruhr.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

3.2 Was bleibt? Der Identitätsfaktor Steinkohle im Wandel

Das Ruhrgebiet ist ein seltsames Gebilde.[321] Wir verwenden den Begriff im Sprachgebrauch wie selbstverständlich, als ob es sich hierbei um ein eindeutig definiertes Gebiet handele, dessen Grenzen und Raumzuschreibungen keinerlei Diskussion erlauben. Dabei ist das Gegenteil der Fall, denn er ist nicht mehr als eine gedankliche Konstruktion. Das Ruhrgebiet existiert nicht als übergeordnete Verwaltungseinheit oder politische Konstruktion, und selbst das Gebiet des Regionalverbades Ruhr (RVR) bzw. der Metropole Ruhr als einziger gesamtregionaler Akteur auf der politischen Ebene umfasst Bereiche, deren Einwohner wie in Xanten oder Hagen eine Zugehörigkeit zum Ruhrgebiet wohl eher verneinen würden. Parteien und Handelskammern, Gewerkschaften und Kirchen haben unterschiedliche Vorstellungen von der Region, unterteilen sie nach Belieben, aber immer unterschiedlich. Regierungsbezirke und Landschaftsverbände orientieren sich an historischen, mittlerweile mehr als 200 Jahre alten und damit aus der vorindustriellen Zeit stammenden Grenzen.[322] Dazu ist „Ruhrgebiet" eine eher zufällige als absichtlich gewählte Bezeichnung, die sich nach und nach im Sprachgebrauch durchsetzte, ohne dass dies zu begründen wäre. Wie sollten hier die Menschen des Ruhrgebiets zurückstehen? Man weiß, wo das Ruhrgebiet liegt, oder meint es zu wissen, abhängig vom Wohnort, von der Perspektive außerhalb oder innerhalb der Region, von Ausbildung, Sozialisation und politischer Gesinnung, also grundsätzlich von der persönlichen Einschätzung.[323]

Damit ist das Ruhrgebiet als typischer Erinnerungsort aufzufassen, als perspektivisch unterschiedliches, ständig um- bzw. neugestaltetes und mit sich wandelnden Bedeutungen belegtes Konstrukt. Als Erinnerungs- und Deutungsgegenstand mit zahlreichen Facetten, individuellen Zuschreibungen und Vorstellungen von Vergangenheit, Gegenwart und auch Zukunft. Als heterogener Raumbegriff für etwas nicht wirklich Fassbares, aber gedanklich immer Vorhandenes, als konkret Abgegrenztes und zugleich Grenzenloses, als eigener Erfahrungsraum oder Projektion des Fremden. Als etwas Positives und vielleicht sogar heimatlich Verklärtes, als etwas weitgehend emotionslos Hingenommenes oder als Prototyp und Negativbeispiel für alle Entwicklungsprobleme der modernen Welt.

Aber an was erinnern wir uns? Es ist die durch Kohle und Stahl geprägte Montanregion Ruhrgebiet, die diese Bezeichnung jedoch erst seit den 1920er Jahren trägt. Zuvor war es das „Rheinisch-Westfälische Industriegebiet", der „Industriebezirk" oder „Industriedistrikt". Von Beginn an orientierte man sich bei der Raumkonstruktion also an Produktions-, Hauptabsatz- und Interessengebieten der Industrie sowie – vielleicht noch erheblich bedeutsamer – am Zuständigkeitsbereich des Oberbergamts Dortmund, der weite Teile des späteren Ruhrgebiets umfasste. Die regionale Identitätsbildung besaß damit eine von Seiten des Staates und seiner für die Leitbranche

321 Siehe hierzu umfassend: Bleidick: Ort ohne Ort.
322 Eindrücklich hierzu: Goch: Im Dschungel des Ruhrgebiets.
323 Vgl. die Umfragen in: Briesen: Vom Kohlenpott zum Ruhrgebiet, S. 158–187.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

des Ruhrgebiets bedeutendsten Behörde vorgegebene Prägung. Das Ruhrgebiet ist folglich ein Wahrnehmungsraum, der sich seit Mitte des 19. Jahrhunderts im Rahmen der Industriellen Revolution als Wirtschaftsregion bildete und damit den mit Abstand wichtigsten Standortfaktor, die Steinkohle, zum zentralen Merkmal erhob. Das Ruhrgebiet war eben da, wo Kohle gefördert wurde, daher auch die Bezeichnung „Kohlenpott".

Bis zu diesem Zeitpunkt zeigte das Land zwischen Ruhr und Lippe, zwischen Dortmund und Duisburg noch nicht einmal Ansätze einer Region. Es existierten weder naturräumliche noch kulturelle Gemeinsamkeiten und auch keine tieferen gewerblichen Kontakte innerhalb des Gebietes.[324] Eine gewisse Ausnahme bildete das Ruhrtal mit der seit den ausgehenden 1770er Jahren schiffbaren Ruhr. In ihrem Verlauf bildete der Transport der im Umfeld von Witten, Bochum und Sprockhövel durch den frühen Ruhrbergbau geförderten Kohle in Richtung Rhein ein erstes überörtliches Geflecht wirtschaftlicher Beziehungen. Die Streitigkeiten um den Aufbau einer Ruhrschifffahrt verdeutlichten zugleich die fehlende politische Einheit, verfolgten doch acht weltliche und geistliche Herrschaften vor 1815 eigene Interessen im Gebiet des späteren Ruhrgebiets, davon fünf im Bereich der Ruhr. Mit dem Übergang der gesamten Region zu Preußen bestand dann zwar eine einheitliche Landeshoheit, doch erfolgte die übergeordnete staatliche Administration durch zwei Ober- und drei Regierungspräsidien. Diese saßen weder in der Region noch in deren Peripherie, sondern weit entfernt in Düsseldorf, Arnsberg und Münster, sodass sich aus der räumlichen Distanz eine bis heute mit Unkenntnis, Missverständnissen, aber auch Unwillen begründete vielfach kritisierte Distanz der Wahrnehmung entwickelte. Allein die Kohle sorgte bereits zu diesem frühen Zeitpunkt für eine regionale Klammer, denn die preußische Bergverwaltung schuf für das Bergbaugebiet mit dem Oberbergamt Dortmund eine zusammenfassende übergeordnete Verwaltung.[325]

Mit der Industrialisierung begann in den 1840er Jahren die Nordwanderung des Ruhrbergbaus aus seiner Wiege im Ruhrtal in die Hellwegzone und erreichte damit die alten Städte entlang der namensgebenden mittelalterlichen Handelsstraße wie Bochum, Dortmund und Essen. Gleichzeitig entstanden in den Hellwegstädten die ersten Werke der Eisen- und Stahlindustrie. Das Erz wanderte zur Kohle, da der vergleichsweise hohe Energiebedarf der Hüttenwerke nun den Ausschlag für die Standortwahl gab.[326] Bereits in den 1860er Jahren wurde die Emscherzone erreicht, kurz darauf das Vest Recklinghausen und bis zur Jahrhundertwende auch die Lippezone erschlossen, sodass die Kohlenregion bzw. Energieregion Ruhrgebiet jetzt ihre über mehrere Jahrzehnte bis zur Kohlenkrise größte Ausdehnung erreichte. Die Eisen- und Stahlindustrie folgte diesem Wanderungstrend jedoch nur bedingt, sodass nördlich des Emscherraums keine Werke gegründet wurden.

324 Bleidick: Gewerbe an der Schwelle zu Industrialisierung.
325 Kroker: Artikel „Bergverwaltung", S. 517–519.
326 Detailliert hierzu weiter unten in diesem Abschnitt. Siehe auch Kapitel 3.1.2.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Mit der Nordwanderung des Bergbaus verbanden sich für das Ruhrgebiet zahlreiche strukturprägende Aspekte. Bedingt durch die bergrechtlichen Regularien zur Gestalt von Grubenfeldern und die Möglichkeiten der Bergtechnik legte sich ein dichtes Netz von Schachtanlagen über das Land. Mit einem Abstand von rund 1,5 Kilometern zueinander wurden die Fördergerüste das sichtbare Gliederungsmerkmal des Ruhrgebiets. Bergwerke entstanden ausschließlich nach bergwirtschaftlichen Kriterien, vielfach unabhängig von bestehenden Siedlungsstrukturen, und verwandelten innerhalb von 50 Jahren die dünnbesiedelte Agrarlandschaft in eine über- und vernutzte Industrielandschaft. Oftmals planlos und zufällig entwickelte sich ein ungeordnetes Geflecht von Industrieanlagen und Wohngebieten, diese wiederum durchmischt von Kleingewerbe und Handwerk, beides durchschnitten durch die Infrastruktur der Eisenbahnen, Straßen und Kanäle. Dazwischen Abraumhalden, nicht nutzbare, sumpfige Bergsenkungsflächen und von der Landwirtschaft aufgrund der Luft- und Bodenverschmutzung mehr schlecht als recht genutzte landwirtschaftliche Flächen.

Das rasante Bevölkerungswachstum – zwischen 1850 und 1905 von 400.000 auf 2,6 Mio. – führte zur völligen Überlastung der alten Kernstädte, die zu Großstädten heranwuchsen.[327] Hier lebten mitunter mehr als 10.000 Menschen auf einem Quadratkilometer. Ehemalige Dörfer hatten sich in Städte mit teilweise mehr als 100.000 Einwohnern verwandelt, waren wie Hamborn oder Borbeck verwaltungsrechtlich jedoch auf dem Stand eines Dorfes verblieben und wurden daher auch als „Industriedörfer" bezeichnet.[328] Arbeits- und Siedlungsflächen wucherten schon jetzt ineinander, machten keinen Halt vor Verwaltungsgrenzen und damit den Übergang zwischen den Städten fließend. Die Region wuchs in der Industrialisierungsphase polyzentrisch und behielt diese Gestalt auch nach den Eingemeindungswellen des ausgehenden Kaiserreiches und der 1920er Jahre. Über dem Ruhrgebiet schwebte als wohl wichtigstes Kennzeichen der Region eine gelb-braune Dunstglocke aus Tausenden von Schornsteinen, deren unaufhörliche Emissionen die wirtschaftliche Kraft symbolisierten. Kohle verhieß Arbeit, und dass sie mit entsprechenden Wirkungen verbrannt wurde, galt als zwangsläufige Begleiterscheinung, auch als die Förderung 1913 mit 114 Mio. Tonnen das Vierfache der 1880er Jahre und fast das Doppelte des Jahres 1900 erreichte. Das schwarze Revier war geboren – der Rauch verband die Städte zu einer Region.

Nach dem Ersten Weltkrieg verstärkte sich der Trend nochmals. Die Urbanisierung erfolgte nun auch durch die Tätigkeit des 1920 gegründeten „Siedlungsverbands Ruhrkohlenbezirk"[329] (SVR) zwar etwas geordneter, doch sorgte der Bevölkerungsanstieg auf 4 Mio. im Jahr 1933 nochmals für entsprechende Effekte bei der Flächen-

327 Siehe umfassend: Köllmann: Bevölkerungsgeschichte.
328 Vonde: Revier der großen Dörfer.
329 Später Kommunalverband Ruhr (KVR), heute Regionalverband Ruhr. Auch diese Namensgebung bezog sich wie selbstverständlich auf die Kohle.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

nutzung. Ähnliches gilt für die beiden Jahrzehnte nach dem Zweiten Weltkrieg, denn das Ruhrgebiet erreichte 1961 einen Bevölkerungshöchststand von 5,1 Mio., den es bis Anfang der 1970er Jahre hielt. Der Bergbau blieb in diesem Zeitraum der mit Anstand wichtigste Arbeitgeber, denn mit Ausnahme der Kriegs- und Krisenjahre beschäftigte die Branche zwischen ausgehendem Kaiserreich und früher Kohlenkrise regelmäßig mehr als 400.000 Menschen. Unter Berücksichtigung der Zulieferindustrie waren es noch erheblich mehr, sodass davon ausgegangen werden kann, dass in dieser Phase rund die Hälfte der Ruhrgebietsbevölkerung direkt vom Bergbau lebte, nachdem die Werte im 19. Jahrhundert lokal teilweise noch höher gelegen hatten.[330]

Die Prägekraft des Energieträgers Steinkohle für die innere wie äußere Identitätsbildung des Ruhrgebiets war folglich äußerst stark. Der Bergbau bestimmte die Entwicklung, indem er seine wirtschaftlichen Belange durchsetzte und die Region nach seinen Anforderungen gestaltete. Dies lässt sich eindrücklich auch an der Bevölkerungsstruktur und sozialen Schichtung erkennen. Hatte diese vor der Industrialisierung der einer typischen ländlichen Region entsprochen, dominierte bald die Industriearbeiterschaft mit Anteilen von bis zu 90 % an der Gesamtbevölkerung einzelner Städte und einem noch höheren Beschäftigungsgrad in der Montanindustrie. Bis in die 1960er Jahre änderte sich nichts Grundsätzliches an dieser Orientierung des Arbeitsmarktes. Die Kohlenkrise leitete nun einen Strukturbruch im Ruhrgebiet ein, der schließlich durch den Niedergang der Eisen- und Stahlindustrie noch verstärkt wurde. Trotz des durch sozialpolitische Maßnahmen flankierten Abbaus von Industriearbeitsplätzen und ebenso umfassender Anstrengungen zur Gestaltung des Strukturwandels sind die Auswirkungen dieses Umbruchs noch nicht überwunden, auch wenn vielfältige Erfolge bei der Ansiedlung neuer Gewerbezweige und der Weiterentwicklung der Region zur Bildungslandschaft zu verzeichnen sind.[331] Mit der Kohlenkrise verlor das Ruhrgebiet jedoch seine angestammte Identität, denn die sterbenden Zechen hinterließen in dieser Beziehung eine Lücke, die noch nicht geschlossen ist. Ob die seit den 1970er Jahren etablierte Industriekultur einen Ersatz bietet, mag hier unbeantwortet bleiben.

330 Zur Erwerbstätigkeit nach Wirtschaftsgruppen siehe: Tenfelde: Soziale Schichtung und soziale Konflikte, S. 148–151.

331 Siehe umfassend: Goch: Eine Region im Kampf mit dem Strukturwandel.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

4. Fazit

Jules Verne prognostizierte bereits in den 1870er Jahren, dass Wasserstoff in Zukunft die Grundlage der Energieversorgung darstellen würde. In seinem Roman „Die geheimnisvolle Insel" antwortet der Ingenieur Cyrus Smith auf die Frage nach der zukünftigen Energieversorgung der USA: „[...] mit Wasser, das durch elektrischen Strom zerlegt worden ist. [...] Wasserstoff und Sauerstoff, werden auf unabsehbare Zeit die Energieversorgung der Erde sichern. Eines Tages werden Dampfer und Lokomotiven keine Kohlebunker mehr führen, sondern Gastanks, aus denen komprimierte Gase durch Rohre in die Heizkessel strömen. Das Wasser ist die Kohle der Zukunft."[332] Das Zitat wird seit den 1980er Jahren in der Wasserstoff-Literatur immer wieder angemerkt und besitzt bis heute eine starke Anziehungskraft, vielleicht um seinen zu Vernes Zeiten ebenso wie heute noch visionären Charakter hervorzuheben und zugleich darauf zu verweisen, dass die Möglichkeiten seit 150 Jahren bekannt seien, aber nur unzureichend genutzt wurden. Beispiele aus der Raketen- und Brennstoffzellentechnik untermauern dies.[333] Das Zitat erscheint bevorzugt im Kontext der Mobilität, wo Wasserstoff als Kraft- oder Treibstoff tatsächlich bislang ein absolutes Nischendasein führte. Solche Bezüge sind nicht unproblematisch, suggerieren sie doch, dass der Einstieg in eine ausgedehnte Wasserstoffwirtschaft und deren anschließende Durchsetzung durch eine verstärkte Nutzung vorhandener Technologien zu erreichen seien.

Aus drei Gründen ist das Gegenteil der Fall. Erstens ist Wasserstoff trotz seiner langen Verwendungsgeschichte ebenso traditionell wie unverändert ein Chemiegrundstoff und noch längst kein Energiegrundstoff. Seine Erzeugung erfolgt bislang nahezu ausschließlich auf fossiler Basis und dies sowohl mit Blick auf den Rohstoffeinsatz wie auch auf die zur Umsetzung genutzten Energieträger. Vielfach ist es ein Koppel- bzw. Nebenprodukt anderer Prozesse. Zweitens lassen sich Kohle, Öl und Gas als bisherige Ausgangsstoffe der Wasserstoffproduktion lagern bzw. speichern, während dies beim Sekundärenergieträger Elektrizität, der heute als Energiebasis im Vordergrund steht, nur mit hohem Aufwand bei gleichzeitig begrenzten Mengen möglich ist. Und drittens resultiert vor diesem Hintergrund die bisherige Zurückhaltung aus wirtschaftlichen Gründen. Die Nutzung fossiler Energieträger ist vor allem das Ergebnis ihrer relativen Preisgünstigkeit in einem etablierten System von Gewinnungs-, Verarbeitungs- und Verwendungsverfahren, die sich marktwirtschaftlich durchgesetzt haben. Dies funktionierte aber nur unter der Bedingung, dass die durch das System verursachten Kosten nicht vollständig in die Abrechnung

332 Zitiert nach Schoenleber; Wasserstoff, S. 36.

333 Peschka: Flüssiger Wasserstoff als Energieträger, Einbandvorblatt; Weber: Der sauberste Brennstoff, S. 17–18; Shell Deutschland Oil GmbH (Hg.): Shell Wasserstoff-Studie, S. 8.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

eingepreist wurden. Nach wie vor gilt die Umwelt im Energiesektor als kostenlose Ressource – bei der Gewinnung von Rohstoffen ebenso wie als Deponie für die bei der Verwendung anfallenden Reststoffe. Das „Grundrecht" auf Verschmutzung ist vielleicht die wichtigste Voraussetzung des Ganzen.

Die Abhängigkeiten von diesem mittlerweile rund 150 Jahre alten Pfad sind stark und nur schwer zu überwinden. Wenn sich nun die Energiewende diese Überwindung zur zentralen Aufgabe macht, dann trägt sie ihren Namen zurecht. In der Geschichte der Energiesysteme kam es schon mehrfach zu gravierenden Veränderungen, aber noch niemals war ein Umbruch zu bewältigen, der nur annähernd die Qualität der aktuellen Herausforderung besaß. Bislang ergänzten sich ältere und neu eingeführte Energieträger samt der mit ihnen verbundenen spezifischen Technologien mit längeren Übergangsphasen. Besaß noch der Aufstieg fossiler Brennstoffe im 19. Jahrhundert den Charakter eines echten Umbruchs, ist die Situation seither von einer systematischen Erweiterung ihrer Nutzung geprägt. Auf Kohle folgten Öl und Gas und verfestigten das System durch die Breite ihrer Einsatzspektren, während sich die im Laufe der Zeit entstandene „Hochenergiegesellschaft" in weltweiter Perspektive durch einen stetig wachsenden Energieverbrauch auszeichnete. Verschiebungen der Anteile der einzelnen Energieträger untereinander änderten daran nichts, ging es doch nur um einen wirtschaftlich begründeten Austausch.

Als sich vor rund 30 Jahren die Weltgemeinschaft auf der Klimakonferenz in Rio de Janeiro erstmals prinzipiell zu einer Wegänderung, zu einem Verlassen des Energiepfades bereiterklärte, hatte sie noch einen langsamen Übergang im Blick. Es war deutlich, dass der neue Weg steinig und teuer werden würde und die Beharrungskräfte des Systems große Hürden darstellten. Entsprechend zögerlich waren die Fortschritte. Dies gilt auch für die vor rund zehn Jahren in Deutschland ausgerufene Energiewende. Aspekte der Versorgungssicherheit, der internationalen Konkurrenzfähigkeit und der Sozialverträglichkeit entwickelten die erwarteten Bremswirkungen. Erschwerend wirkte weiterhin die theoriegeladene Abstraktheit der Thematik, die den Handlungsdruck durch die Möglichkeit abschwächte, die Notwendigkeit des Wandels in Frage zu stellen. In den vergangenen Jahren hat sich die Lage geändert. Es herrscht zunehmend Einigkeit, dass der Weg zur Wende schneller beschritten werden muss und dies nur durch konkrete und harte Ziele mit festen Zeitplänen in internationaler Kooperation zu erreichen ist. Es herrscht eine gewisse Aufbruchsstimmung.

Im Rahmen der aktuellen Energiewendediskussionen erhält das erste Element des Periodensystems aufgrund seiner besonderen Eigenschaften nun eine überragende Bedeutung. Wasserstoff lässt sich aus Wasser mithilfe Erneuerbarer Energien klimaneutral produzieren. Er ist darüber hinaus vielfältig einsetzbar, löst auch das Speicherproblem und scheint damit perfekt als Heilmittel aller Probleme geeignet zu sein. Diese Perspektive wird jedoch zugleich durch einen im Vergleich zu seinen Konkurrenten, den fossilen Platzhirschen, erheblichen Nachteil relativiert. Unter Effizienzaspekten ist dieser grüne Wasserstoff diesen ebenso unterlegen wie seinen

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

bislang auf fossiler Basis erzeugten grauen, blauen und türkisen Varianten, erfordert seine Erzeugung doch einen hohen Energieeinsatz bei vergleichsweise geringem Ergebnis. Diese Energie kann zudem nur durch ebenfalls neue Erzeugungsformen bereitgestellt werden, die jedoch naturgemäß und standortbedingt begrenzt sind. Aber gerade das waren im 19. Jahrhundert die Gründe für die Abkehr von dem bis dahin dominierenden System Erneuerbarer Energie aus Wasser und Wind, die gleichzeitig die Anfänge der modernen Industrie- und Dienstleistungsgesellschaft markierte. Und deren wichtigstes Merkmal war von Beginn an die Unbegrenztheit der Energieversorgung. Ein Verzicht auf diese Grundlage und selbst Einsparungen in größerem Umfang stehen heute außer Debatte und so liegt die große Aufgabe darin, die klassischen marktwirtschaftlich orientierten Mechanismen aufzubrechen und durch politische Steuerung eine entsprechende Lenkungswirkung zu erzielen.

Betrachtet man nun das Ruhrgebiet im Hinblick auf eine mögliche zukünftige Position im Bereich der Wasserstoffwirtschaft, dann lassen sich die Ergebnisse der aktuellen Studien zum Thema auch historisch begründen. Das Ruhrgebiet verdankte seine Entstehung als Energieregion allein dem Standortfaktor Steinkohle. Sie bildete die Grundlage für die Entwicklung der Stahlindustrie und der chemischen Industrie, der Elektrizitätswirtschaft und der gewerblichen wie privaten Wärmeversorgung. Dies galt in der Gesamtschau über längere Zeiträume auch für ganz Deutschland. Seit den 1960er Jahren hat das Ruhrgebiet diese Funktion zwar teilweise an das Erdöl und Erdgas verloren, erlangte aber auch in diesen Bereichen eine starke Stellung. Den Ausgangspunkt für diese Entwicklung bildete von Anfang an eine energiewirtschaftliche Verbundwirtschaft, die sich im Laufe der Zeit immer weiter ausformte und seit den 1920er Jahren zu einem dichten Beziehungsgeflecht heranwuchs. Zwischen Bergbau, Eisen- und Stahlindustrie und Eisenbahn formte sich als Grundlage der Industrialisierung ein Führungssektorkomplex mit zahlreichen Synergien, die ein selbsttragendes Wachstum hervorriefen. Steinkohle wurde zu großen Teilen verkokt und vergast, wobei als wichtige Nebenprodukte Teer, Benzol und Ammoniak entstanden. Vor allem der Teer und seine Inhaltsstoffe wurden zum wichtigsten Grundstoff der chemischen Industrie Deutschlands und boten damit den Hintergrund für deren frühen Aufstieg an die Weltspitze.

Die technische Entwicklung des Kokereisektors führte dann bereits Ende des 19. Jahrhunderts zum Einstieg der Montanindustrie in die Kohlechemie bzw. in die Kohlenwasserstoffchemie. Damit entfaltete sich das Potenzial des Ruhrgebiets endgültig. Wachsende Kokereigasmengen ließen schon vor dem Ersten Weltkrieg ein Gasversorgungsnetz entstehen, das seine Grenzen überschritt. In den 1920er Jahren wurden sie zur Grundlage des deutschen Ferngasversorgungssystem, dessen Leitungsnetz bald von Hannover bis Frankfurt reichte. Mit der Umstellung auf Erdgas in den 1960er Jahren avancierte die Region schließlich über die Essener Ruhrgas AG zum Organisationszentrum der westeuropäischen Gaswirtschaft. Hier wurden die aus Russland und dem Nordseeraum und seinen Anrainerstaaten stammenden Gasmengen zentral eingekauft und weiterverteilt. Den Aufstieg des Erdgases zur heute

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

zweitwichtigsten Primärenergie Deutschlands begleitete eine entsprechende Netzentwicklung. Damit verbunden waren seit den 1930er Jahren intensive Forschungsarbeiten zur Gaswärmenutzung als auch zur Netztechnik. Im Bereich der Benzolchemie avancierten die Vorgängergesellschaften der Aral AG zum maßgeblichen Faktor. Auch hier war die Gewinnung wissenschaftlicher Erkenntnisse durch eine eigene Forschungstätigkeit die erste Grundlage für den Aufstieg zur Marktführerschaft im deutschen Kraftstoffsektor. Gleichzeitig stand das Unternehmen in Kooperation mit der chemischen Industrie des Ruhrgebiets für die Entwicklung von Verarbeitungsverfahren und die Produktnormierung. Ähnliches gilt für die Gesellschaft für Teerverwertung in Duisburg in ihrem Bereich.

Maßgebliche Impulse gingen schließlich von der Stickstoffindustrie des Ruhrgebiets aus. Hier konkurrierte die Region in besonderem Maße mit der chemischen Industrie. Das Ergebnis dieser Konkurrenz war die Entwicklung eigenständiger Erzeugungsverfahren aus Luft. Eine Hochzeit erlebte der Bereich in den 1920er Jahren, als die Bemühungen um eine rationellere Verwendung der Kohle vor dem Hintergrund eines wachsenden Düngemittelbedarfs einen Höhepunkt erlebten und zahlreiche neue Prozesse ihre technische Eignung bewiesen. Die im Stickstoffsektor gewonnenen Erkenntnisse beflügelten wiederum die Bemühungen um die Produktion flüssiger Kohlenwasserstoffe aus Kohle. Auch hier standen sich erneut beide Branchen gegenüber, mit dem Ergebnis, dass schließlich zwei Produktionsverfahren mit großtechnischer Eignung vorlagen: das Hydrierverfahren der IG Farbenindustrie AG und das Fischer-Tropsch-Verfahren des Ruhrbergbaus. Es war am 1913 gegründeten Mülheimer Kaiser-Wilhelm-Institut für Kohlenforschung entwickelt worden, das als erste Forschungsanstalt von reichsweiter Bedeutung im Ruhrgebiet entstand und bis heute existiert. In den 1930er Jahren wurde das Ruhrgebiet zum deutschen Zentrum der Kohlenverflüssigung. Nun entstanden zahlreiche Produktionsanlagen mit modernster Anlagen- und Prozesstechnik.

Die Umwandlung der festen Kohle in flüssige Kraftstoffe erfolgte durch die Anlagerung von Wasserstoff an Kohlenstoff. Die benötigten Mengen wurden nun ebenfalls im Verbund gewonnen und verteilt. Die Chemischen Werke Hüls (heute Chemiepark Marl) wurden in unmittelbarer Nähe zu den beiden größten Hydrierwerken des Ruhrgebiets in Gelsenkirchen errichtet. Sie erzeugten den künstlichen Kautschuk „Buna“ auf Basis von Kokereigas und bei der Kohleverflüssigung anfallenden Reststoffen. Umgekehrt war Wasserstoff bei ihnen ein „Abfallprodukt“, das zurückgeliefert wurde. Anfang der 1950er Jahre wurden die Gelsenkirchener Anlagen zu Raffinerien ausgebaut, die bis heute zu den größten ihrer Art in Deutschland gehören und gleichzeitig zu den ersten, die Kraftstoffe produzierten. Durch die Errichtung weiterer Raffinerien stieg das Ruhrgebiet zum Zentrum der bundesdeutschen Mineralölverarbeitung auf und erreichte 1960 einen Anteil von fast einem Drittel an der Gesamtkapazität. Diese Funktion ging in den 1960er Jahren verloren, als die Raffineriewirtschaft sich zunächst am Rhein entlang in Richtung Süden und bald auch nach Bayern orientierte. Heute liegt der Anteil des Ruhrgebiets bei rund 12,5 %.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Es blieben jedoch die engen Beziehungen zur chemischen Industrie des Ruhrgebiets, die ebenfalls durch einige Neugründungen erweitert wurde, grundsätzlich aber ihre Entwicklung der Umstellung von der Kohle- auf die Erdölverarbeitung verdankten. Es ist zu betonen, dass das neue System nur durch die kohlechemischen Pionierleistungen der Vorkriegszeit realisiert werden konnte.

In den 1950er Jahren verdichtete sich das Pipelinenetz im Ruhrgebiet noch einmal zu einem System von in europäischer Perspektive einzigartiger Dimension mit mehreren Tausend km Länge. Allein die Chemischen Werke Hüls verfügten über eine Leitungsinfrastruktur von rund 1.000 km. Dem standen die großen Montankonzerne nur wenig nach. Ausgetauscht wurden neben zahlreichen Produkten der Kohlechemie vor allem Stickstoff, Sauerstoff und Wasserstoff. Gerade der Wasserstoff spielte eine besondere Rolle, denn hier lag das Ruhrgebiet zwischenzeitlich mit einem Anteil an der bundesdeutschen Gesamterzeugung von mehr als 90 % einsam an der Spitze. Mit dem Sauerstoff, das für das in den 1950er Jahren eingeführte Blasverfahren bei der Stahlerzeugung in großen Mengen benötigt wurde, erweiterte sich das Verbundspektrum nochmals, denn die Branche etablierte hierfür ebenfalls ein eigenes Netz. Gleichzeitig entstanden enge Verbindungen zur Raffinerie- und Chemiewirtschaft des Rheinlandes im Kölner und Düsseldorfer Raum. Das Ziel lag wie zuvor im Ruhrgebiet in einer Ausweitung des Chemie-Energie-Verbundes unter Integration weiterer Produzenten.

Für die Elektrifizierung großer Teile Westdeutschlands sorgte unterdessen die 1898 gegründete Essener RWE AG, während die VEW als zweites großes Versorgungsunternehmen des Ruhrgebiets den Großraum Westfalen erschloss. Schon vor dem Ersten Weltkrieg ergänzte das RWE seine Erzeugungsstruktur um rheinische Braunkohle, um dann in den 1920er Jahren den Netzausbau zu forcieren. Der Steinkohlenbergbau besaß hier eine wichtige, weit über die Brennstofferzeugung hinausreichende Funktion. Die industrielle Eigenstromerzeugung gehörte zu dieser Zeit zu den Grundlagen des Versorgungssystems, in dem die öffentlichen Versorger erst in den 1960er Jahren die Oberhand gewannen. Angesichts ihres schnell anwachsenden Elektrizitätsbedarfs bauten quasi alle Zechengesellschaften eigene Kraftwerke und speisten Überschussmengen in die Netze ein. In den 1930er Jahre wurde die Verstromung von Kohle schließlich zu einem wichtigen Standbein der Branche, dessen Bedeutung durch den Bau neuer Kraftwerke in den 1950er und 1960er Jahren noch einmal wuchs. Der Ruhrbergbau produzierte zwischenzeitlich bis zu 15 % der bundesdeutschen Gesamtmenge mit rund 75 Kraftwerken, verlor diese Anteile dann aber mit dem Aufkommen der Kernenergie und anderer Konkurrenzenergieträger im Stromsektor. Dazu existierten rund 20 öffentliche Anlagen.

In den ausgehenden 1950er Jahren begann der Bedeutungsverlust des Ruhrgebiets durch den Aufstieg des Erdöls zum Anfang der 1970er Jahre mit einem Anteil von fast 55 % an der bundesdeutschen Primärenergieversorgung bedeutendsten Energieträger. Damit verbunden war die Umstellung der chemischen Industrie, die die feste Kohle schnell durch das flüssige Öl ersetzte, das erheblich einfacher und kos-

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

tengünstiger zu fördern, transportieren und verarbeiten ist. Auch die private und gewerbliche Wärmeerzeugung folgte bald diesem Vorbild. Das Erdgas als ebenfalls leitungsgebundene, aber durch die vergleichsweise Nähe ihrer Gewinnungsorte zu den Verbrauchern ohne Umladung in einem Zug von der Quelle zur Verwendungsstelle transportierbarer Energieträger sorgte in den 1970er Jahren für weiteren Druck auf die Ruhrkohle. Hatte sie Anfang der 1950er Jahre noch für rund zwei Drittel der bundesdeutschen Primärenergieversorgung gestanden, waren es zwei Jahrzehnte später noch 20 % und 1993 dann 10 %. Dies hieß nicht, dass Kohle insgesamt zum Auslaufmodell wurde. Betroffen war nur die einheimische Produktion, deren Kosten im Weltmaßstab nicht mehr konkurrenzfähig waren. Kohle wurde daher wie die anderen Energieträger in zunehmender Menge importiert und besitzt bis heute bedeutende Anteile an der Stromerzeugung.

Eine eigentliche Energiepolitik im Sinne eines konzeptionellen, strukturierten und zukunftsorientierten Prozesses entwickelte sich in der Bundesrepublik erst in den 1970er Jahren. Zuvor schwankte die Haltung gegenüber diesem bedeutenden Wirtschaftszweig zwischen Laissez-faire und situationsbezogenen Eingriffen. Besonders deutlich wird dies an der Steinkohle. War sie zunächst noch als Motor des Wiederaufbaus gefeiert, aber zugleich einer Preisregulation unterworfen worden, wurde der Aufstieg des Erdöls schließlich zunächst steuerlich begünstigt, um Heizöl kurz darauf wieder zu belasten. Dies war symptomatisch. Auf die Kohlenkrise wurde lange keine Antwort gefunden. Das Krisenmanagement der 1960er Jahre war dilatorisch. Eine Maßnahme jagte die andere, gemäß der Feststellung des CDU/CSU-Bundestagsfraktionsvorsitzenden Rainer Barzel: „Wenn es an der Ruhr brennt, hat der Rhein nicht genügend Wasser, um das Feuer zu löschen". Die vielleicht nicht unberechtigte Sorge vor revolutionären Tendenzen, mit denen zu dieser Zeit aus Sicht der Adenauer-Regierung durchaus auch ein Erstarken der Sozialdemokratie gemeint war, war jedoch kein zielführendes Motiv. Es entwickelte sich in der Folgezeit ein umfassendes Subventionssystem, mit dem die Auswirkungen des Strukturwandels abgemildert werden sollte, was auch gelang. Die Maßnahmen setzten vor allem in zwei Bereichen an, dem Ausgleich der Weltmarktpreise und der Vorrangstellung einheimischer Kohle bei der Verstromung. Über Sinn und Zweck dieser Politik ist von Beginn an heftig gestritten worden. Kritiker warfen ihr eine Verschleppungstaktik und eine falsche Mittelallokation vor, die das Bewährte erhielt, ohne ausreichende Impulse für eine umfassende Neuorientierung zu setzen.

Ungeachtet der Frage, ob der Strukturwandel nicht auch schneller hätte vorangehen und vielleicht eine bessere Entwicklung hätte nehmen können, ist festzustellen, dass mittlerweile erhebliche Erfolge verzeichnet wurden, wenngleich das Ruhrgebiet im Regionenvergleich bei vielen Indikatoren immer noch nicht mithalten kann. Dies gilt sicherlich nicht für die Bildungslandschaft und auch nicht für die energiewirtschaftliche Potenz, die durch den Sitz oder wichtige Produktionsstätten maßgeblicher Unternehmen mit einem überdurchschnittlichen Niveau punkten kann. Das Ruhrgebiet ist in der Gesamtschau aufgrund der Dichte und Bedeutung seiner Ver-

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

sorgungssysteme weiterhin das deutsche Energiezentrum mit hohen Kompetenzen, die zudem durch die Existenz diverser langjährig etablierter Forschungsinstitute und vor allem das seit den 1960er Jahren entstandene deutschlandweit einzigartige Universitäts- und Hochschulnetz getragen werden. Die Region hat längts bewiesen, dass sie Strukturwandel kann, denn es gibt in Europa keine andere mit auch nur annähernd ähnlichen Erfolgen. Der Transformationsprozess hat elementare Fortschritte erzielt, ist jedoch noch längst nicht abgeschlossen und steht heute im Zeichen der Energiewende vor weiteren Aufgaben.

Das Ruhrgebiet hat gezeigt, dass es in der Lage ist, mit der entsprechenden Unterstützung Veränderungen umzusetzen und rückt etwa durch die Implementierung des Wasserstoffs als Energieträger in der Eisen- und Stahlindustrie als Ersatz des fossilen Systems u. a. im Hochofenprozess aufgrund des hier erzielbaren enormen Effekts weiter in den Mittelpunkt. Hier werden rund 40 % der deutschen Gesamtproduktion von rund 40. Mio. t in 2019 erzeugt, während die Branche insgesamt einen Anteil an den Industrieemissionen von etwa einem Drittel hat. Zugleich hat die Eisen- und Stahlindustrie in den vergangenen 100 Jahren maßgebliche Erfolge bei der Energieeinsparung im Erzeugungsprozess gemacht. Allein der Eigenstromanteil durch die durch Kuppelenergieverstromung erreicht heute 50 %. Im Ruhrgebiet wurden durch den mittlerweile rund 60 Jahre andauernden Umbruch zwar zahlreiche Wertschöpfungsketten geschwächt, aber nicht gebrochen. Dies gilt in besonderem Maße für die Eisen- und Stahlindustrie, die z. B. weiterhin eine elementare Rolle im Nebenproduktensektor spielt, der zahlreiche Produkte aus der Schlackenerzeugung wie Hüttensand für die Zementerzeugung, Baustoffe und Düngemittel liefert. Allein die Umstellungen im Elektrizitätssektor auf Erneuerbare Energien werden in dieser Hinsicht bedeutende Spuren hinterlassen, muss doch etwa der bei der Rauchgasentschwefelung anfallende REA-Gips, der zurzeit in Deutschland mehr als die Hälfte des Bedarfs deckt, künftig auf anderen Wegen erzeugt werden. Die Zukunftsfähigkeit der Stahlindustrie ist folglich in vielerlei Hinsicht ein zentrales Anliegen, denn eine Verlagerung ihrer Wertschöpfungsketten ins Ausland liefe sämtlichen Klimazielen entgegen. Mit einem Anteil an der Gesamtproduktion in Höhe von rund 40 % kommt dem Ruhrgebiet eine entsprechende Bedeutung zu, sodass es naheliegt, Kompetenzen und Kapazitäten des neuen Wasserstoffsektors auch hier zu bündeln. Die Voraussetzungen sind aufgrund des bestehenden Energie-Chemie-Verbundes bestens und böten dem Ruhrgebiet weitere Chancen zur weiteren erfolgreichen Fortsetzung des Strukturwandels. Außerdem würde es dann erstmals in der Geschichte eine eigene, übergeordnete, aktive und bestandserhaltende Rolle im Umweltschutz einnehmen und nicht nur eine, die wie bislang eine Emissionsreduktion vor allem durch Schließungsmaßnahmen erreichen musste.

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

5. Literaturverzeichnis

Abelshauser, Werner: Der Ruhrkohlenbergbau seit 1945.Wiederaufbau, Krise, Anpassung, München 1984

Aktiengesellschaft für Kohleverwertung (Hg.): Deutsche Großgasversorgung, Essen 1927

Alberding, Hans J./Herbert, Ludwig: Bundes-Immissionsschutzgesetz. Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge, Textausgabe mit Erläuterungen, München 1974

Aral AG (Hg.): Erlebte Geschichte – Hundert Jahre Aral, Bochum 1998

Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V. (Hg.): Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990–2012, Berlin 2013

Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V. (Hg.): Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2020, Berlin 2021

Baedeker, Alfred: Jahrbuch für den Oberbergamtsbezirk Dortmund, Essen, div. Jahrgänge

Banken, Ralf/Stokes, Ray: Pipelinenetze als Unternehmensstrategie. Die Entstehung des Sauerstoffleitungsnetzes im Ruhrgebiet 1956–1975, in: Zeitschrift für Unternehmensgeschichte 59 (2014), S. 3–26

Banken, Ralf/Stokes, Ray: Die Entstehung des Wasserstoff-Pipelinenetzes im Ruhrgebiet 1938–1980, in: Der Anschnitt 70 (2018), S. 207–215

BASF (Hg.): BASF-Geschichte. Chemie, die verbindet 1865–2015, Ludwigshafen 2015

Baumann, Timo: Giftgas und Salpeter. Chemische Industrie, Naturwissenschaft und Militär von 1906 bis zum ersten Munitionsprogramm 1914/15, Düsseldorf 2011

Bayerl, Günter (Hg.): Wind- und Wasserkraft. Die Nutzung regenerierbarer Energiequellen in der Geschichte, Düsseldorf 1989

Beghi, G.: Hydrogen. Energy Vector of the Future, London 1983

Beratungsstelle für Stahlverwendung/Verein Deutscher Eisenhüttenleute (Hg.): Stahlfibel, Düsseldorf 1980

Bergbau-Forschung GmbH: 20 Jahre Gemeinschaftsforschung des Steinkohlenbergbaus, Essen 1978

Bergbau-Verein (Hg.): Statistisches Heft, Essen, div. Ausgaben

Birkenfeld, Wolfgang: Der synthetische Treibstoff 1933–1945. Ein Beitrag zur nationalsozialistischen Wirtschafts- und Rüstungspolitik (Studien und Dokumente zur Geschichte des Zweiten Weltkrieges, Bd. 8), Göttingen 1964

Bleidick, Dietmar: Dachartikel Brenn- und Leuchtstoffe, in: Friedrich Jaeger (Hg.): Enzyklopädie der Neuzeit, Bd. 2, Stuttgart/Weimar 2005, Sp. 400–404

Bleidick, Dietmar: Gewerbe an der Schwelle zu Industrialisierung, in: Prossek, Achim u. a. (Hg.): Atlas der Metropole Ruhr. Vielfalt und Wandel des Ruhrgebiets im Kartenbild, Düsseldorf 2009, 42–43

Bleidick, Dietmar: Artikel Muskelkraft, in: Friedrich Jaeger (Hg.): Enzyklopädie der Neuzeit, Bd. 8, Stuttgart/Weimar 2009, Sp. 948–956

Bleidick, Dietmar: Artikel Wasserkraft, in: Friedrich Jaeger (Hg.): Enzyklopädie der Neuzeit, Bd. 14, Stuttgart/Weimar 2011, Sp. 690–705

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Bleidick, Dietmar: Artikel Windenergie, in: Friedrich Jaeger (Hg.): Enzyklopädie der Neuzeit, Bd. 14, Stuttgart/Weimar 2011, Sp. 1114–1122

Bleidick, Dietmar: Kraftstoffwirtschaft im Ruhrgebiet, in: Forum Geschichtskultur Ruhr 2/2011, S. 22–27

Bleidick, Dietmar: Bergtechnik im 20. Jahrhundert: Mechanisierung in Abbau und Förderung, in: Ziegler, Dieter (Hg.): Geschichte des deutschen Bergbaus, Bd. 4: Rohstoffgewinnung im Strukturwandel, Münster 2013, S. 355–412

Bleidick, Dietmar: Entwicklung der Montanberufe und des bergbaulichen Bildungswesens, in: Ziegler, Dieter (Hg.): Geschichte des deutschen Bergbaus, Bd. 4: Rohstoffgewinnung im Strukturwandel, Münster 2013, S. 413–444

Bleidick, Dietmar: Geschichtspfad Westpark. Die Route Industriekultur des Bochumer Vereins, hg. von der Bochumer Veranstaltungs-GmbH, Bochum 2013

Bleidick, Dietmar: Die Ruhrgas 1926 bis 2013. Aufstieg und Ende eines Marktführers (Schriftenreihe zur Zeitschrift für Unternehmensgeschichte, Bd. 30), Berlin/Boston 2017

Bleidick, Dietmar: Ort ohne Ort. Erinnerungsort Ruhrstadt, in: Berger, Stefan u. a. (Hg.): Zeit-Räume Ruhr. Erinnerungsorte des Ruhrgebiets, Essen 2019, S. 46–63

Bleidick, Dietmar: 90 Jahre Energie aus Leidenschaft. Von der Kohlechemie zur Mineralölverarbeitung. Die Raffinerie Gelsenkirchen 1929–2019, Gelsenkirchen 2019

Bleidick, Dietmar: Funktion und Bedeutung der Eigenerzeugung für die industrielle Stromversorgung in Deutschland zwischen Kaiserreich und Bundesrepublik. Eine historisch-statistische Studie (Bochumer Studien zur Technik- und Umweltgeschichte, Bd. 12), Essen 2020

Bleidick, Dietmar: Standortfaktoren der Eisen- und Stahlindustrie im Ruhrgebiet während der „Industriellen Revolution". Der Hoerder Verein im Vergleich, in: Der Anschnitt. Zeitschrift für Montangeschichte 72 (2020), S. 197–213

Bleidick, Dietmar: Alte Mühlen, neue Kraftwerke. Energiegewinnung aus der Ruhr, in: Hombach, Bodo (Hg.): Die Ruhr und das Ruhrgebiet – Leben am und mit dem Fluss, Bd. 2: Fluss, Industrieregion, Strukturwandel seit Anfang des 19. Jahrhunderts, Münster 2020, S. 245–264

Bleidick, Dieter/Weber, Wolfhard: Die Entwicklung der Bergbauzulieferindustrie im Ruhrgebiet nach 1945, in: Der Anschnitt 51 (1999), S. 94–108

BMFT (Hg.): Das Energieprogramm der Bundesregierung vom 26. September 1973, Bonn 1973

BMFT (Hg.): Erste Fortschreibung des Energieprogramms der Bundesregierung, Bonn 1974

BMFT (Hg.): Rahmenprogramm Energieforschung 1974–1977, Bonn 1974

BMFT (Hg.): Auf dem Wege zu neuen Energiesystemen, Teil II: Veredelte fossile Energieträger; Teil III: Wasserstoff und andere nichtfossile Energieträger, Bonn 1975

BMFT (Hg.): Wasserstoff – Energieträger mit Zukunft, Bonn 1986

BMWi (Hg.): Zweite Fortschreibung des Energieprogramms der Bundesregierung vom 14. Dezember 1977, Bonn 1978

BMWi (Hg.): Dritte Fortschreibung des Energieprogramms der Bundesregierung vom 4. November 1981, Bonn 1982

BMWi (Hg.): Die Energie der Zukunft. 8. Monitoring-Bericht zur Energiewende – Berichtsjahre 2018 und 2019, Berlin 2021

Bockris, J./Justi, Eduard: Wasserstoff, die Energie für alle Zeiten, München 1980

Bohn, Thomas/Marschall, Hans-Peter: Die technische Entwicklung der Stromversorgung, in: Fischer, Wolfram (Hg.): Die Geschichte der Stromversorgung, Frankfurt (Main) 1992, S. 39–122

Bohrer, Hermann: Standortsprobleme der Eisen und Metall verarbeitenden Industrie des Ruhrgebiets, in: Beiträge zur Industriewirtschaft des Ruhrgebietes (Schriften des Rheinisch-Westfälischen Instituts für Praktische Wirtschaftsforschung, H. 32), Essen 1947

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

BP p.l.c. (Hg.): Statistical Review of World Energy, London, div. Jahrgänge

Bracha, M.: Wasserstoff im Aufwind, in: Klima, Kälte, Heizung 20 (1992), S. 441–444

Braun, Hans-Joachim: Gas oder Elektrizität? Zur Konkurrenz zweier Beleuchtungssysteme 1880–1914, in: Technikgeschichte 47 (1980), S. 1–19

Brecht, Christoph/Hoffmann, Günther: Vergasung von Kohle – Eine tabellarische Übersicht der in- und ausländischen Entwicklungen sowie der großtechnisch eingesetzten Verfahren, in: Ruhrgas AG (Hg.): Gesammelte Berichte aus Betrieb und Forschung der Ruhrgas AG, Berichtsheft 31 (1983), S. 7–24

Briesen, Detlef: Vom Kohlenpott zum Ruhrgebiet. Einige Beispiele kognitiver Kartographie und die Konstruktion von Regionalbewusstsein durch Geschichte, in: Briesen, Detlef/Gans, Rüdiger/Flender, Armin (Hg.): Regionalbewußtsein in Montanregionen im 19. und 20. Jahrhundert. Saarland, Siegerland, Ruhrgebiet (Mobilität und Normenwandel, Bd. 10), Bochum 1994, S. 145–191

Broich, Franz: Die Petrochemie des Rhein-Ruhr-Gebiets, in: Jahrbuch für Bergbau, Energie, Mineralöl und Chemie 61 (1968), S. 13–56

Brügel, P.: Wirtschaftliche Aussichten von mit nuklearer Prozeßwärme erzeugtem technischem Wasserstoff. Kurzstudie im Auftrag des Bundesministers für Bildung und Wissenschaft, Stuttgart 1971

Brunckhorst, Hans-Dieter: Kommunalisierung im 19. Jahrhundert, dargestellt am Beispiel der Gaswirtschaft in Deutschland, München 1978

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Hg.): BGR Energiestudie 2019 – Daten und Entwicklungen der deutschen und globalen Energieversorgung, Hannover 2020

Buschmann, Walter/Gilson, Norbert/Rinn, Barbara: Braunkohlenbergbau im Rheinland, Worms 2008

Cox, Kenneth E./Williamson, K. D.: Hydrogen, Cleveland/Ohio 1977

Crutzen, Paul J. u. a.: Das Raumschiff Erde hat keinen Notausgang. Energie und Politik im Anthropozän, Berlin 2011

Decker, Michael: Zukünftige Technologien umfassend bewerten. Technikfolgenabschätzung im Spiegel transdisziplinärer Forschungskonzepte, in: Maring, Matthias (Hg.): Verantwortung in Technik und Ökonomie, Karlsruhe 2009, S. 77–100

Deutsche Verbundgesellschaft (HG.): Entwicklung des Verbundbetriebes in der deutschen Stromversorgung. 10 Jahre DVG 1948–1958, Heidelberg 1959

Döring, Peter: Die Auseinandersetzung zwischen dem Ruhrbergbau und der öffentlichen Elektrizitätswirtschaft um die Steinkohleverstromung von 1925–1951, Essen 2012

Dr. C. Otto (Hg.): Otto-Heft 13, Bochum 1928

Dudde, Matthias: Die „kommunalen" Atomprojekte von 1955–1960, in: Forum Geschichtskultur Ruhr 2/2011, S. 36–40

Eickhoff, H.-Günter/Kugeler, Kurt: Nukleare Prozeßwärme für die Wasserstofferzeugung, in: Erdöl und Kohle – Erdgas – Petrochemie vereinigt mit Brennstoff-Chemie 27 (1974), S. 509–513

Elfert, Heino/Schürmann, Hans-Jürgen (Hg.): 60 Jahre Energie Informationsdienst, Hamburg 2007

EnergyEngineers TÜV Nord Group: Kurzgutachten regionale Wertschöpfungsketten, Hannover 2021

Europäische Kommission (Hg.): Wasserstoff in der Eisen- und Stahlindustrie und Sicherheitsfragen, Luxemburg 1979

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Falbe, Jürgen (Hg.): Chemierohstoffe aus Kohle, Stuttgart 1977

Farrenkopf, Michael: Koks. Die Geschichte eines Wertstoffes (Schriften des Bergbau-Archivs, Bd. 12), Bochum 2003

Farrenkopf, Michael: Wiederaufstieg und Niedergang des Bergbaus in der Bundesrepublik Deutschland, in: Ziegler, Dieter (Hg.): Rohstoffgewinnung im Strukturwandel. Der deutsche Bergbau im 20. Jahrhundert (Geschichte des deutschen Bergbaus, Bd. 4), Münster 2013, S. 183–302

Feldenkirchen, Wilfried: Zum Einfluß der Standortfaktoren auf die Eisen- und Stahlindustrie des Ruhrgebiets (bis 1914), in: Borscheid, Peter (Hg.): Entwicklungsprobleme einer Region: Das Beispiel Rheinland und Westfalen im 19. Jahrhundert (Schriften des Vereins für Socialpolitik, Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, N.F., Bd. 119), Berlin 1981, S. 47–87

Fremdling, Rainer: Standorte und Entwicklung der Eisenindustrie, in: Teuteberg, Hans-Jürgen (Hg.): Westfalens Wirtschaft am Beginn des „Maschinenzeitalters" (Untersuchungen zur Wirtschafts-, Sozial- und Technikgeschichte, Bd. 6), Dortmund 1988, S. 297–316

Friggemann, Hendrik: Die Rheinisch-Westfälische Hüttenschule Bochum/Königliche Maschinenbau- und Hüttenschule Duisburg im Kontext von Entstehung und Ausgestaltung des technischen Fachschulwesens in Preußen 1882–1910, in: Der Anschnitt 68 (2016), S. 147–155

Frohning, C. D. u. a.: Fischer Tropsch-Synthese, in: Falbe, Jürgen (Hg.): Chemierohstoffe aus Kohle, Stuttgart 1977, S. 219–299

Gensch, W.: Die Verarbeitungsstätten für Mineralöle im Bundesgebiet, in: Erdöl und Kohle 4 (1951), S. 801–802

Gesamtverband Steinkohlenbergbau: Jahresberichte, div. Jahrgänge

Gesellschaft für Stromwirtschaft (Hg.): GfSt 1953–2003, Mülheim/Ruhr 2003

Getoff, Nikola/Hartig, Karl J.: Wasserstoff als Energieträger, Wien 1977

Gillette, J. L./Kolpa, R. L.: Overview of interstate hydrogen pipeline systems United States, Oak Ridge 2008 (Web. doi:10.2172/924391)

Glässer, Wiebke: Marktmacht und Politik. Das internationale Kartell der Ölgesellschaften 1960–1975 (Schriftenreihe zur Zeitschrift für Unternehmensgeschichte, Bd. 32) Berlin/Boston 2019

Goch, Stefan: Eine Region im Kampf mit dem Strukturwandel. Bewältigung von Strukturwandel und Strukturpolitik im Ruhrgebiet (Schriften des Instituts für Stadtgeschichte, Bd. 10), Essen 2002

Goch, Stefan: Im Dschungel des Ruhrgebiets (SBR-Schriften, H. 14), Bochum 2004

Gratkowski, Hans-Wolf von: Stand und technische Möglichkeit der Kohlevergasung, in: Ruhrgas AG (Hg.): Gesammelte Berichte aus Betrieb und Forschung der Ruhrgas AG, Berichtsheft 23 (1975), S. 53–59

Gregory, D. P.: A hydrogen-energy system, New York 1973

Hagemeyer, W.: Information und Kommunikation, in: Troitzsch, Ulrich/Weber, Wolfhard (Hg.): Die Technik. Von den Anfängen bis zur Gegenwart, Braunschweig 1982, S. 420–431

Haus der Technik (Hg.): Kohle und Kernenergie, Essen 1978

Henney, Karl-Alfred: Die Bedeutung der Stromverbundwirtschaft für den Ruhrbergbau und die Stellung der Steinkohle in der deutschen Stromerzeugung, in: Glückauf. Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift 98 (1962), S. 774–782

Herrmann, Klaus: Pflügen, Säen, Ernten. Landarbeit und Landtechnik in der Geschichte, Reinbek bei Hamburg 1985

Herzig, Thomas: Wirtschaftsgeschichtliche Aspekte der deutschen Elektrizitätsversorgung 1880–1990, in: Fischer, Wolfram (Hg.): Die Geschichte der Stromversorgung, Frankfurt a. M. 1992, S. 123–168

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Heymann, Matthias: Die Geschichte der Windenergienutzung 1890–1990, Frankfurt a. M. 1995

Heymann, Matthias: Forscher, Pioniere und Visionäre. Wasserstoff als Energieträger, München 2009

Hibernia AG (Hg.): Chemie-Verbund (Unsere Hibernia,-Heft 9), Gelsenkirchen 1955

Hibernia AG (Hg.): Energie-Verbund (Unsere Hibernia,-Heft 7), Gelsenkirchen 1955

Hoffmann, Volker U.: Wasserstoff. Energie mit Zukunft, Stuttgart u. a. 1994

Holthausen, Dieter/Göpner, Werner/Lumpe, Wolfgang: Die Entwicklung der Gaswirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland im Jahre 1972, in: GWF 114 (1973), S. 425–454

IAEA (Hg.). Nuclear Power Reactors in the World, Wien 2019

Isting, Christian: Rohrleitungstechnik in der chemischen Industrie, Essen 1974

IW Consult: Wasserstoffranking. Wo steht das Ruhrgebiet im Metropolenvergleich? Studie für den Regionalverband Ruhr, Köln 2020

Jacobs, Franz-Josef: Standortsprobleme der Eisen schaffenden Industrie im Raume Dortmund unter besonderer Berücksichtigung des Hüttenwerks Hörde, Münster 1952

Jahrbuch Bergbau, Erdöl und Erdgas, Petrochemie, Elektrizität, Umweltschutz, Essen, div. Jahrgänge

Jahrbuch Bergbau, Öl und Gas, Elektrizität, Chemie, Essen, div. Jahrgänge

Jahrbuch der europäischen Energie- und Rohstoffwirtschaft, Essen, div. Jahrgänge

Jahrbuch des deutschen Bergbaus, Essen, div. Jahrgänge

Jopp, Tobias A.: Produktivität und negative Rationalisierung im deutschen Steinkohlenbergbau 1948–2018. Ein Beitrag zur historischen Aufarbeitung langfristigen Strukturwandels, in: Der Anschnitt. Zeitschrift für Montangeschichte 73 (2021), S, 20–38

Jüntgen, H. Gründung der „Arbeitsgemeinschaft Nukleare Prozesswärme", in: Glückauf. Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift 110 (1974), S. 290–291

Kalenda, Helmut/Ruckelshauß, Gerhard: Untersuchung des künftigen Marktpotenzials für die Herstellung von Wasserstoff aus Wasser. Forschungsbericht T 81–012, BMFT, Marl 1981

Kander, Astrid/Malanima, Paolo/Warde, Paul: Power to the people. Energy in Europe over the last five centuries, Princeton 2013

Kanther, Michael: Thyssengas. Die Geschichte des ersten deutschen Unternehmens der Ferngasversorgung von 1892–2020, Münster 2021

Karlsch, Rainer/Stokes, Raymond G.: Faktor Öl. Die Mineralölwirtschaft in Deutschland 1859–1974, München 2003

Kerner, Max (Hg.): Aufstand der Laien. Expertentum und Demokratie in der technisierten Welt, Aachen/Leipzig/Paris 1996

Kiesewetter, Hubert: Industrielle Revolution in Deutschland. Regionen als Wachstumsmotoren, Stuttgart 2004

Klag, Kurt: Die Standortverschiebungen der Eisen schaffenden Industrie im Ruhrgebiet seit 1850, in: Beiträge zur Industriewirtschaft des Ruhrgebietes (Schriften des Rheinisch-Westfälischen Instituts für Praktische Wirtschaftsforschung, H. 32), Essen 1947

Klag, Kurt: Die Standortbedingungen der Eisen schaffende Industrie im Ruhrgebiet seit 1850 (Schriften der Volkswirtschaftlichen Abteilung des Rheinisch-Westfälischen Instituts für Praktische Wirtschaftsforschung, H. 35), Essen/Kettwig 1948

Kleinholz, Hans: Der Ruhrkohlenbezirk als Standortsproblem, Diss München 1927

Kleinschmidt, Christian: „...ein unmögliches Ungeheuer...". Großgasmaschinen, Kraft und Energie für die Henrichshütte, Dortmund 1993

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Köllmann, Wolfgang u. a.: Bevölkerungsgeschichte, in: Köllmann, Wolfgang u. a. (Hg.): Das Ruhrgebiet im Industriezeitalter, Düsseldorf 1990, Bd. 1, S. 111–198

König, Wolfgang: Massenproduktion und Technikkonsum. Entwicklungslinien und Triebkräfte der Technik zwischen 1880 und 1914, in: König, Wolfgang/Weber, Wolfhard: Netzwerke Stahl und Strom 1840 bis 1914 (Propyläen Technikgeschichte, Bd. 4), Frankfurt (Main)/Berlin 1990, S. 265–579

Körting, Johannes: Geschichte der deutschen Gasindustrie, Essen 1963

Kränzlein, Paul: Chemie im Revier. Hüls, Düsseldorf/Wien 1980

Kretschmann, Jürgen/Düppe, Stephan (Hg.): 1816–2016. Die Geschichte der Technischen Hochschule Georg Agricola, Bochum 2016

Krönig, W.: Kohlehydrierung, in: Falbe, Jürgen (Hg.): Chemierohstoffe aus Kohle, Stuttgart 1977, S. 67–113

Kroker, Evelyn: Artikel „Bergverwaltung", in: Jeserich, Kurt G. A. u. a. (Hg.): Deutsche Verwaltungsgeschichte, Bd. 3: Das Deutsche Reich bis zum Ende der Monarchie, Stuttgart 1984, S. 514–527

Lenk, Hans: Umweltverträglichkeit und Menschenzuträglichkeit. Die neue Verantwortung für unsere Umwelt und Zukunft (Schriftenreihe des Zentrums für Technik- und Wirtschaftsethik an der Universität Karlsruhe (TH), Bd. 2), Karlsruhe 2009

Lent, Heinrich: Die Ferngasversorgung der Hüttenwerke der Vereinigten Stahlwerke A.-G., in: Stahl und Eisen 50 (1930), S. 349–360, 505–516

Lohmann, Claus: Kohlevergasung – Erfahrungen mit der Versuchsanlage Dorsten (LURGI-RUHR 100), in: Ruhrgas AG (Hg.): Gesammelte Berichte aus Betrieb und Forschung der Ruhrgas AG, Berichtsheft 30 (1982), S. 31–40

Löwenthal, Gerhard/Hausen, Josef: Wir werden durch Atome leben, Berlin 1956

Lorentz, Bernhard/Erker, Paul: Chemie und Politik. Die Geschichte der Chemischen Werke Hüls 1938–1979, München 2003

Lüthgen, Herbert: Der Benzol-Verband. Ein Beitrag zum Problem der deutschen Treibstoffversorgung, Halle/Saale 1929

Malanima, Paolo: World Energy Consumption. A Database 1820–2018 (energyhistory.org)

Matschoß, Conrad: Geschichte der Dampfmaschine. Ihre kulturelle Bedeutung, technische Entwicklung und ihre großen Männer, Berlin 1901

MacAuliff, Charles A.: Hydrogen and Energy, Hongkong 1980

Maier, Helmut/Berger, Stefan: Disziplin, Innovation, Kultur und Region. Wissenschaft und Ruhrgebiet vom 19. Jahrhundert bis in die 1960er Jahre, in: Adamski, Jens u. a. (Hg.): Forschung, Kultur und Bildung. Wissenschaft im Ruhrgebiet zwischen Hochindustrialisierung und Wissensgesellschaft, Essen 2020, S. 13–52

Maier, Helmut/Rasch, Manfred/Zilt, Andreas (Hg.): 150 Jahre Stahlinstitut VDEh 1860–2010, Essen 2010

Meadows, Donatella u. a.: The Limits to Growth. A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind, New York 1972

Meyer, Bettina/Küchler, Swantje/Hölzinger, Oliver: Staatliche Förderungen der Stein- und Braunkohle im Zeitraum 1950–2008. FÖS-Studie im Auftrag von Greenpeace, Berlin 2010

Meyers großes Konversationslexikon, 6. Auflage, Leipzig/Wien 1903–1909

Michaelis, Hans/Salander, Carsten: Handbuch Kernenergie. Kompendium der Energiewirtschaft und Energiepolitik, 4. Aufl. Frankfurt/Main 1995

Mineralöl Zentralverband/Verband Süddeutsche Mineralölwirtschaft (Hg.): Mineralöl-Handbuch, Hamburg 1952

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Mineralölwirtschaftsverband (Hg.): Jahresberichte, div. Jahrgänge

Mineralölwirtschaftsverband (Hg.): Mineralölzahlen, div. Jahrgänge

Mineralölwirtschaftsverband (Hg.): Mineralöl und Raffinerien, Hamburg 2003

Mineralölwirtschaftsverband (Hg.): Mineralölversorgung mit Pipelines, Berlin 2021

Mittasch, Alwin: Geschichte der Ammoniaksynthese, Weinheim 1951

Moitra, Stefan: Das Wissensrevier. 150 Jahre Bergbauforschung und Ausbildung bei der Westfälischen Berggewerkschaftskasse/DMT-Gesellschaft für Lehre und Bildung. Die Geschichte einer Institution, Bd. 1, Bochum 2014

Mollin, Gerhard Th.: Montankonzerne und „Drittes Reich". Der Gegensatz zwischen Monopolindustrie und Befehlswirtschaft in der deutschen Rüstung und Expansion 1936–1944 (Kritische Studien zur Geschichtswissenschaft, Bd. 78), Göttingen 1988

Mumford, Lewis: Mythos der Maschine. Kultur, Technik und Macht. Die umfassende Darstellung der Entdeckung und Entwicklung der Technik, Frankfurt (Main) 1977

Nedelmann, Heinz: Kohlechemie. Eine gemeinfassliche Darstellung der kohlechemischen Industrie, Essen 1956

Nedelmann, Heinz: Ein Jahrhundert Chemie im Ruhrgebiet, Düsseldorf o. J.

Neuhoff, Oliver: Strukturwandel in Bottrop: Welheim, Tetraeder, Hüls, in: Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft für das Ruhrgebiet 26/2003, S. 23–38

N. N.: Aufstieg der deutschen Elektrizitätswirtschaft, in: Glückauf. Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift 75 (1939), S. 69–73

Osterhammel, Jürgen/Petersson, Niels P.: Geschichte der Globalisierung. Dimensionen, Prozesse, Epochen, 4. Aufl. München 2007

Osteroth, Dieter: Soda, Teer und Schwefelsäure. Der Weg zur Großchemie, Reinbek bei Hamburg 1985

OXEA (Hg.): 75 Jahre Oxo-Synthese, Essen 2013

Paulinyi, Akos: Das Puddeln. Ein Kapitel aus der Geschichte des Eisens in der Industriellen Revolution, München 1987

Peschka, Walter: Flüssiger Wasserstoff als Energieträger. Technologie und Anwendungen, Wien 1984

Peters, Ralf/Zehnter, Annette: Grenzen überwinden. 150 Jahre Th. Goldschmidt, Bottrop/Essen 1997

Petzold, Max: Die Gasfernleitung und ihre wirtschaftliche Bedeutung, Darmstadt 1912

Pier, Matthias: Die Hydrierung im Dienst unserer Kraftstoffversorgung, in: Erdöl und Kohle 6 (1953), S. 690–692

Pierenkemper, Toni/Fremdling, Rainer: Wirtschaft und Wirtschaftspolitik in Deutschland. 75 Jahre RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung e. V. 1943–2018, Berlin 2018

Plesser, Norbert/Pohl, Rudolf: Die Entwicklung der Gaswirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland im Jahre 1964, in: GWF 106 (1965), S. 1021–1139

Plesser, Norbert/Wedeking, Gerhard: Die Entwicklung der Gaswirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland im Jahre 1968, in: GWF 110 (1969), S. 1021–1050

Przigoda, Stefan: Unternehmensverbände im Ruhrbergbau. Zur Geschichte von Bergbau-Verein und Zechenverband 1858–1933, Bochum 2002

Radkau, Joachim/Schäfer, Ingrid: Holz. Ein Naturstoff in der Technikgeschichte, Reinbek bei Hamburg 1987

Radzio, Heiner: Unternehmen mit Energie. Aus der Geschichte der Veba, Düsseldorf 1990

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Rammert, Werner: Technik – Handeln – Wissen. Zu einer pragmatischen Technik und Sozialtheorie, 2. Aufl. Wiesbaden 2016

Rasch, Manfred: Friedrich Bergius und die Kohleverflüssigung. Stationen einer Entwicklung, Bochum 1985

Rasch, Manfred: Frühe Hochöfen im späteren Ruhrgebiet. Eine erste Annäherung an ein technik- und wirtschaftsgeschichtliches Thema, in: Ders. (Hg.): Der Kokshochofen. Entstehung, Entwicklung und Erfolg von 1709 bis in die Gegenwart, Essen 2015, S. 153–196

Rasch: Manfred: Geschichte des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Kohlenforschung 1913–1943, Weinheim 1989

Rasch, Manfred: Kohlechemie im Revier. Zur Geschichte der Ruhrchemie AG 1927–1966, Münster 2018

Rasch, Manfred: Nebenproduktenanlagen der Kokereien und Kohlechemie im rheinisch-westfälischen Industriegebiet bis zum Ende des Zweiten Weltkriegs, in: Buschmann, Walter (Hg.): Koks, Gas, Kohlechemie. Geschichte und gegenständliche Überlieferung der Kohleveredelung, Essen 1993, S. 31–52

Reil, Dieter: Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft). Textausgabe mit ausführlicher Einführung und Erläuterung, Kissing 1974

Reiss, Herlind/Buschmann, Walter: Geschichte der Kohlekraftwerke. Technik – Architektur – Arbeitsplätze, in: Buschmann, Walter (Hg.): Kohlekraftwerke. Kraftakte für die Denkmalpflege!?, Essen 1999, S. 8–25

Reith, Reinhold: Artikel „Energie“, in: Enzyklopädie der Neuzeit, Bd. 3, Stuttgart/Weimar 2006, Sp. 281–302

Ress, Franz Michael: Geschichte der Kokereitechnik, Essen 1957

Rheinpreußen AG (Hg.): Hundert Jahre Bergbau am linken Niederrhein, Homberg o. J.

Reynolds, Terry S.: Stronger than a Hundred Men. A History of the Vertical Water Wheel, Baltimore 1983

Rhodes, Richard: Energy. A human history, New York 2019

Richter, Siegfried: Technik und Industrialisierung bis zum Ende des 1. Weltkriegs, in: Brentjes, Burchard/Richter, Siegfried/Sonnemann, Rolf: Geschichte der Technik, Leipzig 1987, S. 275–466

Richter, Siegfried:/Sonnemann, Rolf: Die Technik im Zeitalter der industriellen Revolution, in: Brentjes, Burchard/Richter, Siegfried/Sonnemann, Rolf: Geschichte der Technik, Leipzig 1987, S. 207–274

Ropohl, Günter: Eine Systemtheorie der Technik. Zur Grundlegung der Allgemeinen Technologie, München/Wien 1979

Ropohl, Günter: Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik, 3. Aufl. Karlsruhe 2009

Rütgerswerke (Hg.): Zur Geschichte der Rütgerswerke, Frankfurt (Main) 1976

Ruf, Heinrich: Kleine Technologie des Erdöls, 2. Aufl. Basel/Stuttgart 1963

Ruhrgas AG (Hg.): Vergasung und Hydrierung von Kohle. Eine tabellarische Übersicht der in- und ausländischen Entwicklungen sowie der großtechnisch eingesetzten Verfahren, Essen 1980

Schäff, Karl: Die Kraftwirtschaft des Steinkohlenbergbaus, in: Jahrbuch des deutschen Bergbaus 1961, Essen 1961, S. 15–28

Schäff, Karl: Verbund mit industriellen Kraftwerken, in: VDEW (Hg.). Das Zeitalter der Elektrizität. 75 Jahre Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke, Frankfurt (Main) 1967, S. 90–98

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Schiffer, Hans-Wilhelm: Energiemarkt Deutschland. Jahrbuch 2017, Köln 2016

Schmitt, Dieter/Schulz, Walter: Renaissance der Kohle?, in: Schmitt, Dieter (Hg.): Der Energiemarkt im Wandel. Zehn Jahre nach der Ölkrise (Aktuelle Fragen der Energiewirtschaft, Bd. 26), München 1984, S. 156–203

Schoenleber, Konrad: Wasserstoffwirtschaft – ein flüchtiger Traum?, in: Kultur und Technik 2/2020, S. 36–41

Schulten, Rudolf u. a.: Nukleare Prozesswärme für die Kohlenvergasung, in: Glückauf. Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift 112 (1976), S. 14–19

Schwarz, Manfred: Zwischen Wiederaufbau und Wiedervereinigung: Die VEW von 1948–1989, in: VEW AG (Hg.): Mehr als Energie. Die Unternehmensgeschichte der VEW 1925–2000, Essen 2000, S. 198–278

Schweer, Dieter/Thieme, Wolf (Hg.): „Der gläserne Riese". RWE – ein Konzern wird transparent, Wiesbaden 1998

Shell Deutschland Oil GmbH (Hg.): Shell Wasserstoff-Studie Energie der Zukunft? Nachhaltige Mobilität durch Brennstoffzelle und H_2, Hamburg 2017

Smil, Vaclav: Energy and Civilization. A history, Cambridge (Mass.) 2017

Spallek: Steinkohlenbergbau und öffentliche Stromversorgung im rheinisch-westfälischen Industriegebiet, in: Glückauf. Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift 87 (1951), S. 459–460

Specks, Rudolf: Entwicklungsstand und neue Technologien der Kohlenvergasung und Kohlenverflüssigung, in: Glückauf. Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift 119 (1983), S. 1147–1159

Stallmann, Hans: Die Wissenschaftsregion Ruhr, in: Farrenkopf, Michael u. a. (Hg.): Die Stadt der Städte. Das Ruhrgebiet und seine Umbrüche, Essen 2019, S. 428–434

Stallmann, Hans: Vom Kohlenpott zur Wissensregion. Hochschulgründungen im Ruhrgebiet, in: Adamski, Jens u. a. (Hg.): Forschung, Kultur und Bildung. Wissenschaft im Ruhrgebiet zwischen Hochindustrialisierung und Wissensgesellschaft, Essen 2020, S. 257–276

Statistik der Kohlenwirtschaft (Hg.): Zahlen zur Kohlenwirtschaft, Essen, div. Jahrgänge

Statistik der Kohlenwirtschaft (Hg.): Der Kohlenbergbau in der Energiewirtschaft der Bundesrepublik Deutschland im Jahre …, Essen/Köln, div. Jahrgänge

Statistisches Bundesamt (Hg.): Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland, div. Jahrgänge

Statistisches Reichsamt (Hg.): Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich, div. Jahrgänge

Steag AG (Hg.): 75 Jahre Steag 1937–2012, Essen 2012

Steinmetz, E. (Hg.): Kohle und Kernenergie. Kernkraft und moderne Technologien der Kohlenutzung (Haus der Technik – Vortragsveröffentlichungen, H. 414), Essen 1978

Steiner, Manfred: Konstitutive Entscheidungen, in: Bitz, Michael u. a. (Hg.): Vahlens Kompendium der Betriebswirtschaftslehre, 5. Aufl. München 2005, S. 57–104

Technischer Überwachungs-Verein Rheinland, Projektbegleitung Kraftfahrzeuge und Straßenverkehr (Hg.): Alternative Energien für den Straßenverkehr – Wasserstoffantrieb in der Erprobung, Köln 1989

Tenfelde, Klaus: Soziale Schichtung und soziale Konflikte, in: Köllmann, Wolfgang u. a. (Hg.): Das Ruhrgebiet im Industriezeitalter, Düsseldorf 1990, Bd. 2, 121–218

The British Petroleum Company Ltd. (Hg.): BP statistical review of the world oil industry, London, div. Jahrgänge

Theimer, Walter: Öl und Gas aus Kohle, München 1980

Thümen, Karl-Heinrich von: Jahrbuch der deutschen Mineralölwirtschaft, Ausgabe 1939/40, Frankfurt/Main 1939

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Thümen, Karl-Heinrich von (Hg.): Die deutsche Mineralölwirtschaft. Eine zusammenfassende Darstellung der wirtschaftlichen, rechtlichen und organisatorischen Verhältnisse, Hamburg 1956

Tributsch, Helmut: Rückkehr zur Sonne. Wasserstoff, die Energie der Zukunft, Berlin 1979

Trischler, Helmuth: Rolle und Relevanz außeruniversitärer Forschung für die Wissenschaftslandschaft Ruhrgebiet, in: Farrenkopf, Michael u. a. (Hg.): Die Stadt der Städte. Das Ruhrgebiet und seine Umbrüche, Essen 2019, S. 424–427

Uekötter, Frank: Von der Rauchplage zur ökologischen Revolution. Eine Geschichte der Luftverschmutzung in Deutschland und den USA 1880–1970, Essen 2003

Uekötter, Frank: Atomare Demokratie. Eine Geschichte der Kernenergie in Deutschland, Stuttgart 2022

Veba Oel AG (Hg.): Veba Oel. Unternehmen in ständigem Wandel, Gelsenkirchen 2002

Verband der Chemischen Industrie e. V. (Hg.): Rohstoffsicherung durch Kohleveredelung (Schriftenreihe Chemie und Fortschritt, H. 1/1981), Frankfurt (Main) 1981

Verein Deutscher Eisenhüttenleute (Hg.): Gemeinfaßliche Darstellung des Eisenhüttenwesens, 16. Aufl., Düsseldorf 1953

Verein für die bergbaulichen Interessen im Oberbergamtsbezirk Dortmund/Westfälische Berggewerkschaftskasse/Rheinisch-Westfälisches Kohlen-Syndikat (Hg.): Die Entwickelung des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenbergbaues in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, Bd. 10, Berlin 1904

Verein für die bergbaulichen Interessen (Hg.): Jahrbuch für den Ruhrkohlenbezirk, Essen, div. Jahrgänge

Verein für die bergbaulichen Interessen (Hg.): Die Bergwerke und Salinen im niederrheinisch-westfälischen Bergbaubezirk 1926, Essen 1927

Verg, Erik/Plumpe, Gottfried/Schultheis, Heinz: Meilensteine. 125 Jahre Bayer 1863–1988, Leverkusen 1988

VEW AG (Hg.): Mehr als Energie. Die Unternehmensgeschichte der VEW 1925–2000, Essen 2000

Vonde, Detlev: Revier der großen Dörfer. Industrialisierung und Stadtentwicklung im Ruhrgebiet, Essen 1989

Wagner, Michael: CO_2-Emissionszertifikate – Preismodellierung und Derivatebewertung, Karlsruhe 2007

Weber, Rudolf: Der sauberste Brennstoff. Der Weg zur Wasserstoff-Wirtschaft, 2. Aufl. Oberbözberg 1991

Weddige, F. W.: Der Ruhrkohlenbergbau und die deutsche Elektrizitätswirtschaft, in: Glückauf. Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift 68 (1932), S. 1121–1127, 1145–1150

Wehling, Hans-Werner: Das RWE und seine Kraftwerke, in: Buschmann, Walter (Hg.): Kohlekraftwerke. Kraftakte für die Denkmalpflege!?, Essen1999, S. 26–37

Weiand, Achim: Die BP übernimmt Veba Oel und Aral. Post Merger Integration und Unternehmenskultur, Gütersloh 2007

Werber, Niels: Von der Bagatellisierung des Raums. „Neue Medien" als „raumüberwindende Mächte", in: Budke, Alexandra/Kanwischer, Detlef/Pott, Andreas (Hg.): Internetgeographien. Beobachtungen zum Verhältnis von Internet, Raum und Gesellschaft, Stuttgart 2004, S. 23–40

Wiel, Paul: Wirtschaftsgeschichte des Ruhrgebiets, Essen 1970

Wieland, Thomas: Neue Technik auf alten Pfaden? Forschungs- und Technologiepolitik in der Bonner Republik. Eine Studie zur Pfadabhängigkeit des technischen Fortschritts, Bielefeld 2009

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

Wimmelmann, Alfred: Energiewirtschaftliche und kohlenwirtschaftliche Auswirkungen der Stromerzeugung in neuzeitlichen Kraftwerken des westdeutschen Steinkohlenbergbaus, in: Glückauf. Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift 88 (1952), S. 1193–1197

Wimmelmann, Alfred: Die Steinkohle in der Wirtschaft der Bundesrepublik, Sonderdruck aus dem Jahrbuch des deutschen Bergbaus, Essen 1955

Winnacker, Karl/Wirtz, Karl: Das unverstandene Wunder. Kernenergie in Deutschland, Düsseldorf/Wien 1975

Winter, Carl-Jochen/Nitsch, Joachim: Wasserstoff als Energieträger. Technik, Systeme, Wirtschaft, Berlin u. a. 1986

Wirtschaftsvereinigung Bergbau (Hg.): Das Bergbau-Handbuch, 4. Aufl. Essen 1983

Ziegler, Dieter: Die Industrielle Revolution, Darmstadt 2005

Zumbrägel, Christian: „Viele wenige machen ein Viel". Eine Technik- und Umweltgeschichte der Kleinwasserkraft (1880–1930) (Geschichte der technischen Kultur, Bd. 5), Paderborn 2018

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -

https://doi.org/10.5771/9783748918257 https://www.inlibra.com/de/agb - Open Access -