

## PAPER DETAILS

TITLE: NEUERE ANSCHAUUNGEN ÜBER DEN ROHSTOFF «KOHLE? UND DIE PRAKTISCHE  
BEDEUTUNG DER KOHLENPETROGRAPHIE

AUTHORS:

PAGES: 96-111

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/44025>

# NEUERE ANSCHAUUNGEN ÜBER DEN ROHSTOFF «KOHLE?» UND DIE PRAKTISCHE BEDEUTUNG DER KOHLENPETROGRAPHIE

Von Diplomgeologe Dr. W. Th. Fratschner

## Zusammenfassung:

Vorliegende Arbeit schildert im ersten Teil die neueren Anschauungen über den Rohstoff «Kohle», wobei der Wandel der geistigen Einstellung zum rohstofflichen Denken besonders hervorgehoben wird. Dieser Wandel in der Betrachtungsweise der «schwarzen Diamanten» gründet sich auf Untersuchungen kohlenpetrographisch - physikalisch - chemisch - technologischer Art, deren Ergebnisse und laufende Arbeiten füssend auf den Erfahrungen der Deutschen Kohlenbergbau Leitung (DKBL) und einer reichhaltigen internationalen Literatur skizziert werden. Dabei wird besonders auf die Neuerkenntnisse über das Wesen des Inkohlungsvorganges und die sich daraus ergebenden Schlüsse über die Entstehung und Bildungsbedingungen der Streifenarten (rock types) der Kohle eingegangen. Der derzeitige Stand der Untersuchungen des Inkohlungsgrades als Grundlage einer Kohlenklassifizierung wird kurz skizziert. Die verbindliche Internationale Nomenklatur der Streifenarten und ihrer Gefügebestandteile (macerals) wird mitgeteilt. Auf die Bedeutung der Ascheträger in der Flözkohle und die genetischen Zusammenhänge wird hingewiesen. Auf die Aufgabe der Kohlenpetrographie für Forschung und Praxis soll durch diesen Teil besonders aufmerksam gemacht werden.

Der zweite Teil dieser Arbeit zeigt, ausgehend von den Erfahrungen der Kohlenpetrographie und -technologie, den Wert einer eingehenden, sämtliche Teilgebiete der Kohlegewinnung und -verarbeitung umfassenden Dokumentation im Sinne eines *Flözarchivs* auf. Der besondere Wert dieser Dokumentensammlung für die Gesamtwirtschaft wird anhand des Untersuchungsganges dargestellt und durch Beispiele aus der Praxis der kohlenpetrographisch - technologischen Arbeiten erhärtet.

In dem dritten Teil wird auf die Gesichtspunkte hingewiesen, die den Einsatz kohlenpetrographischer Methoden für die Erschließung und Auskohlung der nördlichen und östlichen anatolischen Kohlenfelder zweckmässig erscheinen lassen.

Ein umfangreiches Literaturverzeichnis der neueren kohlenpetrographisch - physikalisch - chemischen und technologischen Literatur soll eine Vertiefung in die Materie ermöglichen.

Die vorliegende Arbeit sollte als Einleitung einer Reihe weiterer Veröffentlichungen zur Kohlenpetrographie angesehen werden.

Im Laufe der letzten Jahrzehnte hat sich in engster Zusammenarbeit Zwischen Wissenschaft und Praxis die Steinkohlenpetrographie aus dem nur

wenigen bekannten Rahmen der Grundlagenforschung in ein breites, vielfach verästeltes Wissensgebiet entwickelt, aus dem heute Bergbau und Grundstoffindustrie zahlreiche Anregungen und grossen Nutzen ziehen.

Dabei ist der Wandel in der geistigen Haltung von entscheidender Bedeutung, der sich in leitenden Bergbaukreisen immer mehr durchsetzt. Während man die Kohle bisher als ein nützlich zu vielen Zwecken verwendbares Mineral ansah, dessen Hauptprobleme im Aufsuchen nutzbringender Lagerstätten und der anschliessenden Exploration lagen, setzt sich nun ein rohstoffliches Denken in allen Kreisen durch, dessen Ziel nach der Gewinnung die Veredlung der Kohle ist, die fussend auf den rohstofflichen Gegebenheiten ein Optimum an Wirtschaftlichkeit erzielen will. Kohle als Rohstoff ist die Grundlage einer kompliziert verbundenen Grundstoff- und Veredlungsindustrie. Daraus muss logisch ein intensives Forschen nach Art und Natur dieses Rohstoffes einsetzen, dass immer breitere Beachtung im technischen Grossprozess findet und wiederum rückwirkend der Forschung immer neue und praktische Aufgaben stellt. Dies ist um so mehr der Fall, je tiefer der Forscher in Bau und Bildungsweise, geologische Bedingungen, physikalische, chemische und kohlenwertstofftechnische Eigenschaften dieses wertvollen Rohstoffes eindringt.

Bevor die praktischen Ergebnisse, die sich auf Steinkohlenpetrographie, -chemie und-technologie des Rohstoffes Kohle gründen, erörtert werden, sollen einige Hinweise auf die schwebenden Untersuchungen gegeben werden, die unsere Anschauung über Wesen und Eigenschaften der Kohle so gefördert haben. So wird die Inkohlung, d.h. der Umwandlungsprozess der pflanzlichen

Substanz von der Torfmudde über ein Braunkohlenstadium zur Steinkohle und weiter zu dem theoretischen Endglied dieser Reihe - dem Graphit - nach petrographischen, physikalischen und chemischen Untersuchungen als sehr komplexer Vorgang angesehen, der in zwei Phasen abläuft. Dies ist einmal die biologische oder biochemische Phase, an die sich dann die geochemische Phasefrüher auch als Metamorphose bezeichnet-an schliesst. Die Untersuchungen haben ergeben, dass der Ablauf in der zweiten Phase weitgehend durch Ausgangsmaterial, Bildungsbedingungen und Ablauf in der ersten Phase festgelegt und in den Tendenzen der Entwicklung an diese gebunden ist. (R. Potonie, R. A. Mott, P. W. Thomson, M. Th. Mackowsky u. A.)

Nach R. Potonie, 1949, ist zur Zeit des Karbon mit einem subtropischen bis gemässigten Klima zu rechnen. Nach P. W. Thomson, 1949, ist neben dem Klima die gesamte ökologische Situation und die Azidität der Torfmudde massgebend, da letztere die Zusammensetzung der abbauenden Mikrolebewelt und damit den chemischen Ablauf der Umwandlungsreaktionen bestimmt. Überhaupt wird der Erforschung der abbauenden Lebewelt grösstes Gewicht beigelegt. So haben sich auch zweifellose Parallelen zur Bakterienwelt der Erdöllagerstätten ergeben. Bei diesem Umwandlungsprozess ist die Anwesenheit von Schwermetallionen, die praktisch als Katalysatoren wirken, von Bedeutung, da sie die Richtung des Vorganges bestimmend beeinflussen können. Ihre Anwesenheit ist in Pflanzenaschen und Kohlenaschen nachgewiesen. Eingehende Untersuchungen an südafrikanischen Steinkohlen haben zur Isolierung von Germanium, Gallium, Vanadium und Beryllium geführt, wobei in Flugaschen teilweise eine wirtschaftlich nutzbare Konzentration von etwa 5 % Germanium und Vanadium festgestellt wurden.

Zu diesen Faktoren treten nun unterschiedliche Absenkungsgeschwindigkeiten im Bildungsraum, damit verbunden Spiegelschwankungen des Grundwassers, die von völliger Trockenheit, was Humifikation oder Vermoderung der pflanzlichen Substanz bedeuten würde, bis zur marinen Transgression im extremen Falle führen können. Letzteres bedeutet aber ein streng anaerobes Milieu im Bildungsraum, das durch hohe Wasserbedeckung und Luftabschluss gewährleistet ist, dadurch ist die Mikrobiobewelt gezwungen ihren Sauerstoffbedarf aus der zu zersetzenden Substanz zu decken. Hier ergibt sich ein Anhaltspunkt zur Erklärung der unterschiedlichen H/O-Verhältnisse der Flözkohlen; ein Verhältniswert, der für das technologische Verhalten der Kohle von grosser Bedeutung ist. (K. Oberste Brink, 1949, W. Jessen, 1949, R. und M. Teichmüller, 1948) Mit den Fragen der unterschiedlichen Wasserbedeckung, den damit zusammenhängenden schwankenden Anaerobieverhältnissen dem H/O-Verhältnis und anderen Faktoren hängt auch die Bildung der Streifenarten der Kohle (rock types) zusammen; wobei auch die unterschiedliche pflanzliche Ausgangssubstanz eine erhebliche Rolle spielen dürfte. (M. Th. Mackowsky, 1949,<sup>22</sup>)

Boghead- und Kennelkohlen haben sich als extrem wasserstoffreich, Fusit, der meist als Gefügebestandteil, aber auch flözbildend-Russkohlenflöze der Saar und Oberschlesiens - auftreten kann, als extrem sauerstoffreich erwiesen. Dazwischen bestehen alle Übergänge, ein Faktum, das sich besonders im technologischen Verhalten bemerkbar macht und eine genaue petrographische und technologische Bearbeitung erfordert. Diese erste, die biologische Phase der Inkohlung, führt bis in das Stadium der reifen

Erdbraunkohle und bringt unter Abspaltung von Wasser ( $H_2O$ ) und Kohlendioxid ( $CO_2$ ), bzw. Methanwasserstoff ( $C_nH_{2n+2}$ ) oder Methan ( $CH_4$ ) eine Kohlenstoffanreicherung von ungefähr 65 %.

Wie schon betont, erklärt sich aus dem unterschiedlichen 'Bildungsmilieu auch das Entstehen von Streifenarten in der Flözkohle. Ihr unterschiedlicher Anteil am Aufbau der Flöze zusammen mit den stets schwankenden Anteilen der Gefügebestandteile (macerals) in den Streifenarten, bedingen das unterschiedliche technologische Verhalten der Flözkohlen. So zeigte sich, dass für die Verkokungseigenschaften das H/O-Verhältnis entscheidend ist. Es wurde nachgewiesen, dass bei einer Endtemperatur von  $1200^\circ C$  die H-reichen Bestandteile bei der röntgenographischen Untersuchung Gitterschrumpfungen, die O-reichen dagegen Aufweitung der Gitterabstände aufweisen. Gleichartige Untersuchungen zeigten, dass mit zunehmender Inkohlung Gitterabstände und Kristallitgrößen gesetzmässigen Änderungen unterliegen. Doch sind die Untersuchungen noch nicht abgeschlossen und nicht bis ins Letzte eindeutig. (M. Th. Mackowsky, 1949;<sup>22, 24</sup>, C. A. Seyler, 1943,<sup>41</sup> u. A.)

Einigen Aufschluss über Bildungsbedingungen und Inkohlung versprechen auch Reflexionsmessungen an isolierten Vitriten, die von der Rohstofflichen Abteilung der Deutschen Kohlenbergbau Leitung (DKBL.) durchgeführt wurden. Dabei ergab sich, dass die Reflexionen in ein und demselben Flöz von Hangenden zum Liegenden nicht gleich sind. Ein Ergebnis, das wohl nur im Zusammenhang mit unterschiedlichen Bildungsbedingungen bei Ablagerung des Flözes gesehen werden kann. Weiter ist bekannt, dass solche Messungen nur an möglichst reinen Vitriten durchgeführt

werden können, da diese von allen Streifenarten noch die homogenste Zusammensetzung aufweisen (vergleiche Abbildung 2). Nach Untersuchungen von M. Teichmüller, 1950,<sup>49</sup> werden die hier angedeuteten Versuche der Erklärung der Streifenarten in der Kohle nur in soweit für gerechtfertigt gehalten, als sie das technologische Verhalten kennzeichnen. Nach den angeführten Untersuchungen über den Werdegang und den petrographischen Aufbau der Weichbraunkohle werden die bisherigen Vorstellungen über den Bildungsraum und die Entstehung der Streifenarten wieder in Zweifel gezogen. Doch ändert dies nichts an der Gültigkeit der petrographischen Ergebnisse für die Technologie der Kohle.

Die verschiedensten Versuche sind unternommen worden zur einwandfreien Charakteristik der Kohlen nach dem Inkohlungsgrad. Offensichtlich genügt die Angabe des Gehaltes an flüchtigen Bestandteilen in Prozent der wasser- und aschefreien Substanz (waf) hierzu nicht, da diese in zu weiten Grenzen schwanken können. Allgemein nimmt man heute die Kurzanalyse zur Grundlage einer Klassifizierung. Genügend Aufschlüsse gibt auch das mikroskopische Bild (E. Hofmann, A. Jenkner, F. L. Kühlwein, 1932,<sup>13</sup> und Andere). Ein weiterer Weg hierzu scheint in dem Reflexionsvermögen der reinen Vitrite zu liegen. Doch kommen hier, wie schon angedeutet, nicht nur der Inkohlungsgrad, sondern auch der Inkohlungsgrad zum Ausdruck. C. A. Seyler (<sup>40, 41, 42, 43, 44</sup>) stellte eine stufenweise Änderung der Reflexionen fest. Nach M. Th. Mackowsky (1950-51,<sup>22</sup> und A. Pahme 1951,<sup>7</sup>) wird sich mit fortschreitender Untersuchung ein breites ansteigendes Reflexionsband bei zunehmender Inkohlung aufstellen lassen, das aber vorerst nur für «normalinkohlte» Kohlen gilt. Extrem

Wasserstoff-, bzw. sauerstoffreiche Kohlen liegen ausserhalb dieses Bandes. Dabei sei erwähnt, dass nach neusten ungarischen Untersuchungen die Inkohlung als dehydrogenisierende Oxydation aufgefasst werden kann, die bei den Bituminiten zu einer langsamen Vitritisierung führen soll. Dieser Vorgang soll sich sowohl im Braunkohlen-, als auch im Steinkohlenstadium *sprunghaft* vollziehen (E. Szadeczky - Kardoss, 1952,<sup>47</sup>). Ein Ergebnis, das mit den Anschauungen C. A. Seylers gut übereinstimmt.

Als sicher kann gelten, dass sich die verschiedenen Glieder der Inkohlungsreihe nach Gitterkonstante und Kristallitgrösse unterscheiden, wie dies durch Kurz- und Elementaranalyse, sowie röntgenographische Untersuchungen belegt wird. E. Hofmann, G. Agde und Mitarbeiter und W. Scheer<sup>15, 22</sup>, zeigten eine Brücke zwischen bekannten organischen Verbindungen und den chemischen Bestandteilen der Kohle. Durch röntgenographische Reihenuntersuchungen wurde der graphitische Charakter der Kohle bewiesen und den C-Modifikationen Graphit und Diamant eine weitere der *amorphen Kohlenstoff-hinzugefügt* (weitere Untersuchungen wiesen die Existenz eines strahlenden C-Isotops nach). Mit diesen Fragen befassen sich besonders englische Untersuchungen. Sie haben die Aufstellung einer Inkohlungsklassifizierung zum Ziele (C. A. Seyler, 1943,<sup>41</sup>).

In der zweiten Phase der Inkohlung auf die nur ganz kurz hingewiesen werden soll-können durch Druck und Temperatur weitere Änderungen im normalen Ablauf eintreten. Hier können Faltungsdruck, Druck unterschiedlich mächtiger Deckgebirgsschichten eine Rolle spielen, aber auch eine Beeinflussung durch verschiedene geothermische Tiefenintrusionen oder Vul-

karrismus erfolgen (M. und R. Teichmüller, 1948/49,<sup>47, 48</sup>).

Zur Nomenklatur der Streifenarten (rock types) und ihrer Gefügebestandteile (macerals) ist die in Abbildung<sup>1</sup> gegebene Tabelle nach dem Internationalen Karbonkongress 1951 verbindlich (vergleiche 17 und 56 des Literaturverzeichnisses). Über die anteilmässige Beteiligung der Gefügebestandteile am Aufbau der Streifenarten gibt Abbildung 2 Anhaltspunkte.

Neben den Gefügebestandteilen sind aber für die Petrographie und Technologie der Kohle die mineralischen Einlagerungen von Bedeutung. Hierzu muss streng unterschieden werden zwischen *syngenetischen* und *epigenetischen* Mineralien. (C. Abramski, M.Th.Mackowsky, K.Riener,<sup>1, 21, 56</sup>).

Ein Unterschied, der für die Aufbereitung und Veredlung der Kohlen von eminenter Bedeutung ist. Zur ersten Gruppe zählen die Tonminerale von denen besonders Montmorillonit und Halosit wegen ihrer Wasseraufnahmefähigkeit im Schichtgitter unerwünschte Verunreinigungen darstellen. Die tonigen Komponenten werden in die Torfmudde eingeschwemmt oder eingeweht sein, sie dürften daher in der Hauptsache eine nasse Bildung belegen. Feinkonkretionärer Schwefelkies, feinkonkretionärer Eisenspat und feinkonkretionärer Quarz gehören in diese Gruppe, genau so die bekannten «Kaolingraupen und -würmer». Der feinkonkretionäre Schwefelkies ( $\text{fkFeS}_2$ ) kann sich nur bei Sauerstoffabschluss und hoher Elektrolytkonzentration bilden und dürfte als Indikation extrem nasser Bildungen angesehen werden. Meist sind über Flözen mit einem hohen Gehalt an solchen Verunreinigungen auch marine Horizonte nachgewiesen. (M. Th. Mackowsky, E. Stach, K.

Teichmüller) Die Bildung von feinkonkretionärem Eisenspat ( $\text{fkFeCO}_3$ ) setzt nach W. Kegel das Fehlen starker Säuren und die Anwesenheit nur geringer Sauerstoffmengen voraus, kann also nur in Zusammenhang mit mehr oder weniger ausgeprägtem halbnassen Bildungsmilieu gesehen werden. Die Mobilisierung von Quarz bedingt bestimmte, scharf umrissene pH-Konzentration, die wohl in der Torfmudde durch die Huminsäuren gegeben ist (H. - Borchert, 1950,<sup>5</sup>). Vermutlich ist der diffus verteilte Quarz zusammen mit dem feinkonkretionären Schwefelkies eine der Ursachen der Silikose. Forschungen in dieser Richtung werden in Deutschland zur Zeit intensiv betrieben (Silikoseforschungsinstitut in Bochum).

Die epigenetischen Mineraleinlagerungen zeigen im Gegensatz zu der ersten Gruppe *keine* innige-nur äusserst schwer mechanisch trennbare-Verwachsung mit der Kohlensubstanz. Sie erfüllen vielmehr Haarrisse, Klüfte und Schlechten in der Kohle, aber auch Schrumpfrisse, die im Stadium der Erdbraunkohle angelegt worden sind und sich mit fortschreitender Diagenese weiter ausgestalten. Oft sind es auch dünne Mineralhäutchen auf kleinen Klüften in den spröden Glanzkohlenlagen. Sie geben dann der Förderkohle ein mattes Aussehen und täuschen bei makroskopischer Betrachtung-besonders unter Tage-über den Streifenbau der gewonnenen Köhlen hinweg.

Neuere Anschauungen setzen sich auch im Hinblick auf die spontane Zündung von Kohlen durch. Hierfür gab es bisher zwei Erklärungen, die aber nicht zur Erfassung des Phänomens ausreichen :

1 — Gegenwart feinverteilter Pyrite in der Kohle, die über den relativ

stark exothermen Vorgang der Oxydation von Sulfid zu Sulfat zur Zündungsführen sollte.

2 — Langsame Oxydation der Kohle selbst.

Beide Erklärungen sind nach eingehenden Studien in englischen und deutschen Laboratorien nicht stichhaltig, bzw. berühren nur einen Teil des Problems. Vielmehr scheint die Benetzungswärme, verbunden mit grossen inneren Oberflächen, bei der Zündung eine grosse Rolle zu spielen. Die Erfahrung hat gezeigt, dass feucht gelagerte Kohlenstapel viel eher zünden als trockene. Besonders Grenzflächen zwischen feuchten und trockenen Kohlenhaufen sind zündungsempfindlich. Durchblasen wasserdampfgesättigten Sauerstoffes treibt die Wärmeentwicklung in Kohlenstapeln erheblich und sprunghaft in die Höhe. Zur Zündung braucht es jedoch nicht immer zu kommen, da die Bereiche hoher Temperatur durch die Kohlenstapel wandern und Konzentrierungen von Inertgasen eine Zündung verhindern können. Aus allen Grossversuchen und Beobachtungen der Praxis lässt sich ableiten, dass die Benetzungswärme ein wichtiger Auslöser von Kohlenbränden ist, vorausgesetzt, dass die Kohlen eine genügend grosse und reaktionsfähige innere Oberfläche besitzen. (H. G. Schein, 1951,<sup>33</sup>).

Die Rückwirkung der im Vorangegangenen geschilderten Forschungsergebnisse geht nun über die praktisch erprobten kohlenpetrographischen Arbeitsmethoden in die Praxis. Eine Auswertung aller gewonnenen Erkenntnisse auf geologisch-markscheiderischem, bergmännischbetriebsstechnischen, petrographisch-chemisch - physikalischem und aufbreitungs-veredlungstechnischem Gebiet erfolgt in Deutschland unter Zusammenarbeit aller betroffe-

nen Wissenschaftler zu einem FLÖZARCHIV. Dieses stellt eine Sammlung und Auswertung aller Dokumente über Art, Wert und Inhalt einer Kohlenlagerstätte unter besonderer Hervorhebung ihres rohstofflichen Charakters dar. Diese Art der generellen Auswertung ist in Amerika und England schon seit langem üblich und hat sich bewährt. Sie wird unter zentraler Leitung straff organisiert durchgeführt.

Das Flözarchiv erlaubt eine weitgespannte Planung, sowohl im Rahmen des Gesamtbergbaues, als auch für die einzelnen Schachtanlagen, wobei einmal dem Wert des Rohstoffes Kohle, als auch den Bedürfnissen von Bevölkerung und Wirtschaft Rechnung getragen wird. Dabei ist das Ziel, sicherzustellen, dass die leitenden Stellen sich jederzeit ein klares Bild über Möglichkeiten und Entwicklungstendenzen einer Schachtanlage machen können, Flözgleichstellung und Flözidentifizierung voranzutreiben, Flözkohlen nach Inkohlungsgrad, petrographischer Zusammensetzung und veredlungstechnischen Gesichtspunkten zu klassifizieren und damit letztlich eine *rohstofflich wertmassige und tonnagemässige Reserveberechnung* aufzustellen. Dies muss nach unseren heutigen Kenntnissen zu einer Gegenüberstellung der Bauwürdigkeitsgrenzen nach den bisherigen bergmännischen und den neuen rohstofflichen Gesichtspunkten führen. Damit ist eine Bilanz der Kohlenvorräte nach neuen Gesichtspunkten möglich, wobei vor allem dem Abbau der bergmännisch als unbauwürdig bezeichneten Flöze besonderes Augenmerk geschenkt werden muss. Die sich stetig fortentwickelnde Abbautechnik hat hierzu die notwendigen, wirtschaftlich tragbaren Methoden zu entwickeln, oder es müssen die Verfahren der Unter-Tage-Vergasung zum

Einsatz <sup>56</sup>gebracht <sup>56</sup> werden. <sup>57</sup> (Lit. <sup>16,19,38</sup>),

Soll nun der Aufbau des Flözarchivs kurz gekennzeichnet werden, so ist festzustellen, dass wir nach den geologischen Über- und Untertageaufnahmen über die Position unserer Kohlenlagerstätten hinreichend orientiert sind, so dass diese Aufnahmen und das markscheiderische Grubenrisswerk ohne weiteres übernommen werden können. Als wesentlich Neues kommt die Aufnahme und Eintragung der MAKROPETROGRAPHISCHEN FLÖZSCHNITTE in das Grubenrisswerk hinzu. Dem Markscheider fällt überhaupt die zeichnerische und rissliche Darstellung der gesamten Untersuchungsergebnisse zum Flözarchiv zu. Weiter umfasst das Archiv Unterlagen folgender Art :

#### A. Markscheiderische Grundlagen:

Regionale und detaillierte Über- und Untertageaufnahmen geologischer und markscheiderischer Art zusammengefasst zum Grubenplan, Grubenrisswerk und Betriebsplan, dazu kommen Spezialpläne, Vermessungen u. a. mehr.

#### B. Betriebliche Grundlagen :

Sämtliche bergmännischen Erfahrungen, Untersuchungen und Ergebnisse aus Versuchsbetrieben werden in weiteren Anlagen niedergelegt. Erhebungen nach der wirtschaftlichen Seite vervollständigen diese Angaben und erlauben Vergleiche der Wirtschaftlichkeit von Betriebspunkten innerhalb einer Anlage, wie auch von Schachtanlage zu Schachtanlage (vergleiche hierzu das Kostenstandartsystem der DKBL-Essen, Verlag Glückauf.).

#### C. Rohstoffliche Grundlagen:

Kohlenpetrographische Unterlagen, ausgehend von den makropetrogra-

phischen Flözschnitten, Flözschlitzproben,-säulenproben und Grossprobenahmen, wie Förderwagenproben und Ähnliches.

Diese Proben werden mikroskopisch quantitativ analysiert (kohlenpetrographische Vollanalyse, Intergrations-tischanalyse, Stückschliffuntersuchungen, Bemusterung von Körnerpräparaten). Diese Arbeiten erfolgen in Deutschland und England meistens an polierten Anschliffen, in Amerika weitgehend an Kohlendünnschliffen.

Im Laboratorium werden die gewonnenen Proben zerkleinert, abgeseigt (Siebanalyse !) und in organischen Schwerelösungen abgeschwommen. Dieser Vorgang wird als Sink- und Schwimmanalyse- S. u. S.-Analyse bezeichnet. Die einzelnen Fraktionen werden dann auf petrographische Zusammensetzung, mineralische Verwachsung und Bergegehalt untersucht. Die Ergebnisse werden prozentual auf die Gesamtprobe bezogen und graphisch oder zeichnerisch dargestellt.

Je nach Anforderung werden dann folgende Arbeiten durchgeführt :

Feststellen des Gehaltes an flüchtigen Bestandteilen, hygroskopischer Wassergehalt, Backfähigkeit, oberer und unterer Heizwert, Aschenschmelzverhalten und Gesamtschwefelbestimmung.

Bei Kokskohlen wird die Fraktion  $s = < 1,5$  auf Treibdruck und Schwinden, Teer-, Ammoniak-, Benzol- und Gasausbeute verarbeitet. Der Retortenkoks muss auf Sturz- und Trommelfestigkeit geprüft werden.

Die Sonderfraktion der Schwel- und Hydrierkohlen erfordert eine Elementaranalyse auf C, H, S, N und O, ferner auf Teer- und Urteergehalt. Von der Fraktion des Verwachsenen  $s=1,5-1,8$  der S. u. S. - Analyse sollte

der obere und untere Heizwert und das Aschenschmelzverhalten festgestellt werden, da dies für die Verwertung ballastreicher Brennstoffe von Bedeutung ist.

Es ist zweckmassig von der Fraktion  $s = > 2,8$  den Schwefel- und Kohle: stoffgehalt festzustellen, da hierdurch Aufschlüsse über eine mögliche Schwefelkiesgewinnung erhalten werden, vorausgesetzt, dass die mikroskopische Bearbeitung die Anwesenheit grösserer Schwefelkiesmengen ergab.

Für bestimmte Anforderungen sind Zündpunktbestimmungen der Kohle notwendig. Generell sollte vom Gesamtprobenmaterial auch eine Kurzanalyse erarbeitet werden.

Im Verlauf eingehender Untersuchungen ist die Aufbereikbaarheit der Kohle zu prüfen und danach sind die Waschkurven darzustellen, auch Versuche zur elektromagnetischen oder elektrostatischen Scheidung von Feinkohlenfraktionen vorzunehmen. Sonderuntersuchungen auf Kohlenwertstoffausbeute werden nach guten Ergebnissen der mikroskopisch-petrographischen Bearbeitung zu fordern sein.

Der hier nur kurz skizzierte Untersuchungsgang, der in sich stark modifiziert und den örtlichen Erfordernissen angepasst werden kann, gibt in der Zusammenschau aller Unterlagen zum Flözarchiv erschöpfend Auskunft über die rohstofflichen und damit auch technologischen Eigenschaften der Flözkohle, ferner über bergmännische, geologische und betriebliche Verhältnisse.

Selbstverständlich müssen diese Untersuchungen, laufend vervollständigt werden, denn die Flöze ändern sich in ihrer petrographischen Zusammensetzung, ihrer Mächtigkeit und den bergmännischen Bedingungen ständig. Die Tendenzen dieser Änderungen.

mit fortschreitendem Abbau zu erkennen und für Planung und Betrieb einerseits, Aufbereitung und Wertstoffanlage andererseits frühzeitig einzukalkulieren, ist eine der wesentlichen Aufgaben des Flözarchivs. Damit ist das grosse Risiko des Bergbaues nicht zu verringern, doch sind Massnahmen vorausschauend zu treffen und gestatten ein damit wirtschaftliches Disponieren. Hierzu sind laufende Probeuntersuchungen sowohl der Förderung, als auch der Aufbereitungsprodukte notwendig. Vor allem sind sämtliche neuen Grubenaufschlüsse ständig zu bearbeiten und mit fortschreitendem Abbau in den Gewinnungsbetrieben makropetrographische Flözschnitte, bei starken Änderungen auch Flözschlitzproben, zu nehmen <sup>1)</sup>.

Besonders wichtig und praktisch allseits anerkannt ist die laufende Überwachung und Bearbeitung von Kokskohlenmischungen nach kohlenpetrographischen Gesichtspunkten, da ohne sie eine gleichbleibende Koksgüte nicht gewährleistet ist (C. Abramski, A. Mantel). Hier genügt eine chemische Überwachung auf konstanten Gehalt an flüchtigen Bestandteilen nicht, da dieser in weiten Grenzen schwanken kann und nichts über petrographischen Zusammensetzung und damit kokereitechnisches Verhalten der Mischung aussagt.

Zusammenfassend soll zu diesem Abschnitt nochmals betont werden, dass die hier geschilderten Untersuchungen und ihre Auswertung nur die Grundlagen des Flözarchivs sind. Die schon angedeutete Verknüpfung mit wirtschaftlichen und betriebstechni-

sehen Erhebungen, wie Sortenproblem, verkaufstechnische Prognose, innerbetrieblicher Kohlenumlauf, Verwendung ballastreicher Brennstoffe (Mittelprodukt), Flugaschen- und Schlackenverarbeitung - um nur einige Punkte zu nennen-, geben die Basis für eine generelle Planung und wirtschaftlicher Vergleiche der Zechengruppen untereinander.

Zur Begründung der Kohlenpetrographie für die Praxis und der Nützlichkeit eines Flözarchivs sollen hier einige Aufgaben aus dem Betrieb geschildert werden. Dabei kann nicht auf alle Fragestellungen eingegangen werden, bei deren Lösung die Kohlenpetrographie heute in den meisten Ländern massgebend beteiligt ist. Dem Kohlenaufbereiter geben laufende mikroskopische Untersuchungen der Rohförderkohle, die Archivunterlagen der Flözuntersuchungen, und eine mikroskopische Überwachung seiner Aufbereitungsprodukte wertvolle Hinweise für den Wirkungsgrad seiner Anlage und die Wahl notwendiger neuer Verfahren. Die Nutzleistung auch der modernsten Aufbereitungsanlage hängt ausschliesslich von der petrographischen Zusammensetzung und dem Grad der mineralischen Verunreinigung der eingesetzten Flözkohle ab. Ihr Ziel ist ein optimales Ausbringen an aschearmen Produkten-teilweise mitbestimmt von der Forderung nach bestimmten Kornklassen, eben dem Sortenproblem. Entscheidend dafür aber ist Art und Grad der Verwachsung von Mineralsubstanz und Kohle, wobei die Unterscheidung von syngenetischen und epigenetischen Mineralverwachsungen die Aufbereitungstechnik sehr fruchtbar beeinflusst hat. Aus der Kohlenpetrographie leitet sich die Forderung nach einer Quoteneinteilung der Förderung bei Gruben ab, die in verschiedenen zusammengesetzten Flözen bauen,

damit auf diesem Wege ein relativ einheitlich petrographisch zusammengesetztes Fördergut erreicht werden kann. Ja, es muss für extrem verunreinigte Flöze die Forderung nach getrennter Aufbereitung erhoben werden, da die Praxis zeigt, dass ein zu hoher Anteil aus einem stark mineralisch verwachsenen Flöz das gesamte Aufbereitungsergebnis in Frage stellen kann.

Art und Grad der Verwachsung und die Anteile an Vitrit in der Flözkohle sind ausschlaggebend für die Gewinnung von Rein- und Reinstkohle (1,5 % und 0,5 - 0,4 % Asche). Neben dem geringen Aschegehalt wird auch ein geringer Gesamtschwefelgehalt gefordert. Eine Gewinnung dieser Kohlenarten geht praktisch auf ein möglichst vollständiges Separieren des Vitrits hinaus und ist ohne gründliche petrographische Studien nicht möglich.

Ein ähnliches Problem bietet die Gewinnung von Hydrierkohlen, wobei tunlichst alle inerten Bestandteile der Flözkohle eliminiert werden müssen. Auch hier sind kohlenpetrographische Untersuchungen für den wirtschaftlichen Erfolg unerlässlich. Aus diesen wenigen Punkten geht schon klar hervor, dass für alle Aufbereitungsvorgänge mikroskopische kohlenpetrographische Untersuchungen sowohl für die Wahl der Verfahren, als für die laufende Überwachung, wie auch für die Aufrechterhaltung eines optimalen Wirkungsgrades von entscheidender Bedeutung sind.

Wie schon verschiedentlich angedeutet, ist eine eingehende petrographische und chemisch-technologische Bearbeitung von Komponenten der Kokskohlenmischungen unerlässlich. Für eine gute Kokskohle sind folgende Eigenschaften zu fordern:

A. *Erweichung*. Sie ist abhängig vom Inkohlungsgrad und soll zwischen

350° und 450° C. erfolgen Das Ausmass der erreichten Plastizität in der Erweichungszone ist entscheidend für die Festigkeit des Verkokungsrückstandes.

B. Das Vermögen der *erweichenden Bestandteile die inerten so einzubetten*, dass bei der Abkühlung ein möglichst einheitliches Koksgefüge entsteht.

C. Das *Zusammenspiel Vor-, Haupt- und Nachentgasung*. Dabei soll die Hauptentgasung mit der Erweichung der Einsatzkohle zusammenfallen. Zu hohe Vorentgasung bedeutet geringes Bindevermögen, zu hohe Nachentgasung führt zu Rissbildung bei der Abkühlung und damit zu Kleinstückigkeit des Koks.

D. *Treibfähigkeit* der Einsatzkohlenmischung. Diese Fähigkeit muss mit einem *Schwindvermögen* gekuppelt sein, da sonst die Kohle nicht ofengängig ist.

Über den Zusammenhang von Inkohlungsgrad, Gefügebestandteile der Kohle und dem Verkokungsverhalten gibt Tabelle 3 Aufschluss. Der eigentliche Verkokungsträger ist der Vitrit und Clarit der Fettkohlengruppe (im Ruhrrevier), während sich der Durit auf Grund seiner heterogenen Zusammensetzung sehr verschieden verhalten kann. Die eingehende petrographische Bearbeitung von Koks-kohlenmischungen verschiedenster Zusammensetzung, aber gleichen Gehaltes an Flüchtigen Bestandteilen hat ergeben, dass als Kriterium für eine Koks-kohlenmischung nur die petrographische Zusammensetzung verbunden mit dem Gehalt an Flüchtigen Bestandteilen anzusehen ist, niemals aber die Angabe der letztgenannten Grosse alleine genügt. Vielmehr müssen die Einzelkomponenten der Mischung sowohl auf ihre pe-

trographische Zusammensetzung als auch auf ihre Körnung hin laufend überwacht und analysiert werden, nur so ist eine gleichmässige Güte des Koks und kontinuierliches Kohlenwertstoffausbringen in etwa gewährleistet. Die Untersuchung der Einzelkomponenten des Mischstromes ist ebenfalls wesentlich für den Gesamtschwefelgehalt, da bei Zumischung von Flotationsschlämmen oder Feinkornfraktionen leicht eine Erhöhung des Gesamtschwefelgehaltes dadurch entsteht, dass in solchen Fraktionen ungewollt eine Anreicherung von Schwefelkies stattgefunden hat. Hier hat sich die Bemusterung von Körneschliff der einzelnen Fraktionen bestens bewährt. (C. Abramski, W. Mantel, R. Reerink, A. Jenkner).

Die geschilderte Wandlung in der Einschätzung des Kohleninhaltes unserer Kohlenlagerstätten, der zunehmende Einfluss der Kohlenpetrographie und-technologie zieht für alle Kohlenbecken eine Neuorientierung nach sich und fordert eine forcierte Kohlenveredlung. Für die Nordanatolischen Kohlenlagerstätten sind im Hinblick auf die schnell steigende Industrialisierung der Türkei die guten Verkokungseigenschaften der geförderten Kohlen einer breiteren Beachtung wert. Hier liegt ein weites Entwicklungsfeld für Kohlentechnologen und-petrographen. Eine gesteigerte Kokserzeugung mit angeschlossener Kohlenwertstoffindustrie würde eine merkliche Lücke in der Grundstoffherzeugung schliessen und durch den Anfall von Veredlungsprodukten elften devisenaktiven Export erlauben.

Schon bei der Untersuchung und Erschliessung der östlichen Kohlenfelder sollte erhöhter Wert auf das Studium der rohstofflichen Eigenschaften der Flözkohlen gelegt werden. Sollte,

was vielleicht für manche Punkte zutrifft, die geologische Position einen Abbau zur Zeit nicht erlauben, so könnten Erfahrungen in der Untertagevergasung hier nutzbar gemacht werden (Lit.<sup>16, 57, 58</sup>).

Neben kohlenpetrographischen Untersuchungen für die Planung und den Auslauf einer Kohlemwertstoffindustrie liegen auf dem Gebiet der Flözidentifizierung im Becken Ereğli - Zonguldak noch erhebliche Aufgaben, die eine Zusammenarbeit von Geologe, Markscheider, Kohlenpetrograph und Sporologe erfordern, eine Aufgabe, die bei den stark dislozierten Schichten dieses Kohlenbeckens von unmittelbar praktischem Interesse ist. Hat doch die Erfahrung vielerorts gezeigt, dass bei ungenügender Flözidentifizierung das Ausrichten von Verwerfungen leicht zu Verlusten nicht unerheblicher Kohlenmengen führt, da stratigraphisch verschiedene Flözteile als zum gleichen Horizont gehörig angenommen werden. Dies ist besonders dann wichtig, wenn wegen stark verdrückter Makrofossilien nur ungenau horizontiert werden kann und die Sporologie nicht immer zweifelsfreie stratigraphische Indikationen ergibt. Ferner ist auch eine Untersuchung auf das mögliche Existieren mariner Horizonte zu erwägen, da diese immer die sichersten Leithorizonte abgeben. Ein Weg zu ihrem Nachweis wäre der Einsatz von Geiger - Müller - Zählern. In den nordfranzösischen Kohlenbecken Hessen sich marine Tonschieferhorizonte auf Grund einer deutlich höheren Radiumführung gegenüber dem Nebengestein auf diesem Wege gut ausscheiden.

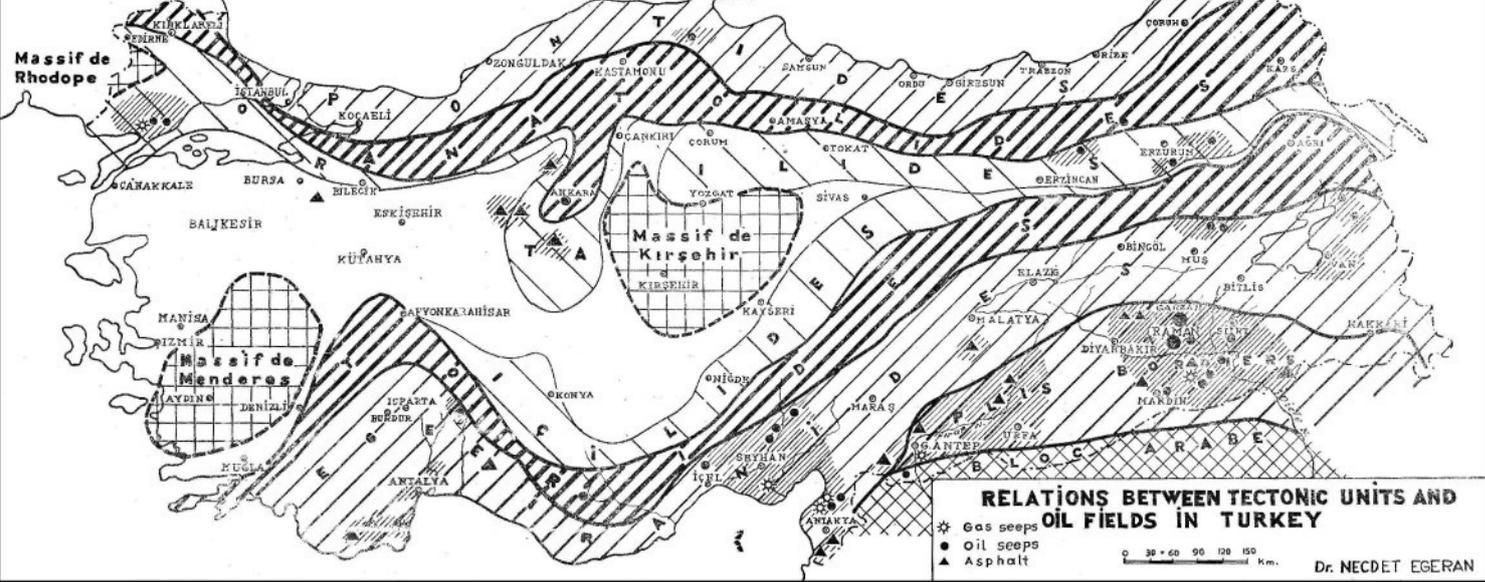
Der Bau neuer Kohlenaufbereitungsanlagen in Zonguldak macht eingehende Studien über die Art und den Grad der Mineralführung und ihrer Verwachsung mit der Kohlensubstanz notwendig, damit bei Anlauf der Anlage diese schon dem Rohstoff entsprechend eingefahren werden können. Ausgehend von den dabei gewonnenen Erkenntnissen wäre eine laufende Überwachung dieser Anlagen ohne Betriebsstörungen und mit geringen Unkosten durch kohlenpetrographische Mittel möglich.

Der Aufbau eines Flözarchivs durch die im Kohlenbecken von Ereğli-Zonguldak abbauende Gesellschaft Ereğli Kömürleri İşletmesi (E. K. I.) wäre für die Erforschung - und Erschließungsarbeiten des Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (M.T.A.), staatliches Bergbauforschungsinstitut, zweifellos von unmittelbar praktischem Wert, da sich nach den bisherigen Kenntnissen der Bergbau weit nach Osten hin weiterentwickeln wird und in diesem Bereich zur Zeit noch sehr wenig Einzelheiten über die rohstoffliche Zusammensetzung der Kohle, über Flözfolge und Kohleninhalt, wie auch über Art und Grad der Tektonik im einzelnen bekannt ist und alle Studien heute mit den Kenntnissen des erschlossenen Kohlenbeckens verknüpft werden müssen. Andererseits ist aus dem bereits dargelegten Gründen ein Flözarchiv für die Planungsabteilung des E. K. I. von besonderem Wert, da dieser Gesellschaft die wichtigste Rolle bei der Grundstoffherzeugung für die Industrie der Türkei zufällt.

## L I T E R A T U R

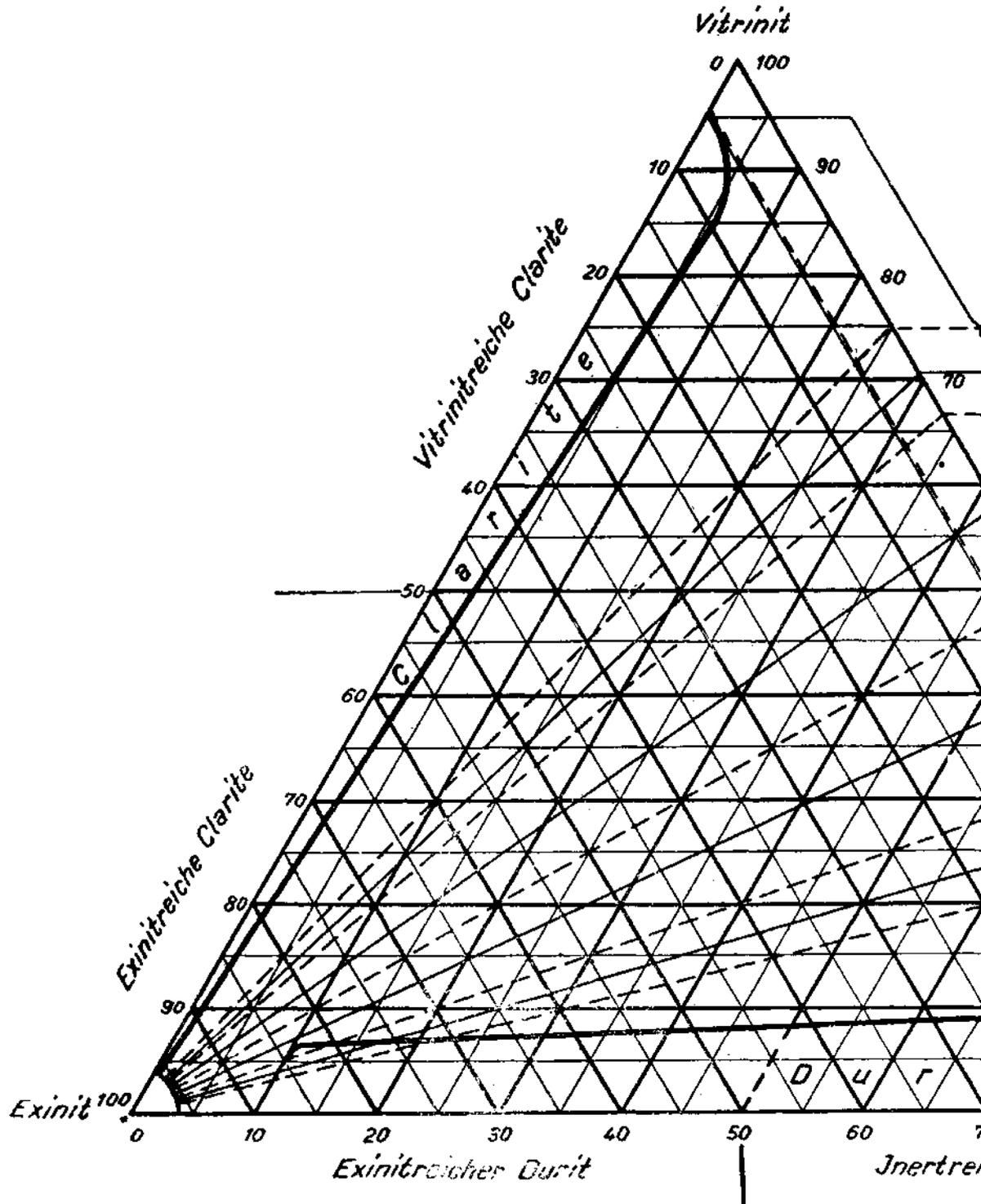
- 1 — ABRAMSKI, C. und GRUMBRECHT, K. :  
Über die rechnerische Ermittlung des Heizwertes ballastreicher Brennstoffe.  
Glückauf 86/1950
- 2 — ABRAMSKI, C. und MACKOWSKY, M. Th.:  
Kohlenpetrographische Untersuchungsmethoden und ihre praktische Anwendung.  
Feuerungstechnik 31/1943, Heft 2-3
- 3 — BLAYDEN, H. E., GIBSON, J. and RILEY, H. L. : An x-ray study of the structure of coals, cokes and chars.  
B. C. U. R. A. 1943
- 4 - BORCHE, H. und NEDELMANN, H. :  
Einfluss der Beschaffenheit der Steinkohle auf die Güte der Brikette.  
Glückauf 31/1934, Heft 42
- 5 — BORCHERT, H. : Über Fazieswechsel in Lagerstätten verschiedenster Entstehung.  
Glückauf 86/1950
- 6 — CHALARD, J. : Application du compteur de Geiger - Müller a la stratigraphie dans le bassin houiller du Nord de la France.  
Comptes rendus des seances de L'Academie des Sciences (Fevrier 1943).
- 7 - DAHME, A. und MACKOWSKY, M. Th.:  
Chemisch • physikalische und petrographische Untersuchungen an Kohlen, Koksen und **Graphiten**.  
Brennstoff - Chemie 31/1951, Heft 9-10 .
- 8 — DRAHT, A. : Petrographic investigations of boghead coal from the Radionkow mine, Upper Silesia.  
Warschau 1943.
- 9 — FERRARI, B. : Flözgleichstellung im Osten des Ruhrkohlenbezirks auf Grund neuartiger Leitschichten.  
Glückauf 81/84/1948.
- 10 — FOXWELL, E. G. : Elimination of sulphur from coke.  
Gas J. 213/1936.
- 11 — FRANCIS, W. : The evaluation and classification of coals from Commonwealth sources.  
J. Inst. Fuel 25/1952, Nr. 141.
- 12 — GUMZ, W. : Die Kohle.  
Dtsch. Kohlenzeitung, Berlin 1943.
- 13 - HOFMANN, E. und JENKNER, A. : Die Inkohlung und ihre Erkennung im Mikrobild.  
Glückauf ,68/1932, Heft, 81-88.
- 14 — HOFMANN, E. und KÜHLWEIN, F. L. : Rohstoffliche und verkokungstechnische Untersuchungen an Saarkohlen.  
Glückauf 71/1935.
- 15 — HOFMANN, E. : Über die Grenze zwischen Graphit und den aromatischen Verbindungen.  
Naturwiss. 32/1944.
- 16 — HURYZY, J. : Fortschritte bei der Kohlenvergasung unter Tage mit Hilfe des Bohrlochverfahrens.  
Przeglag Gorniczny 7/1951, Katowice.  
(Bergmännische Rundschau, Kattowitz. In Polnisch).
- 17 — JESSEN, W. und MACKOWSKY, M. Th. :  
Dritter Kongress für Karbonstratigraphie und geologie vom 25. bis 30. Juni 1951 in Heerlen (Niederlande).  
Glückauf 87/1951, Heft 35-36.
- 18 — KOHL, E. . Zur Frage der Radioaktivität mariner Horizonte im Karbon.  
Glückauf 87/1951, Heft 51-52.
- 19 - KÜHLWEIN, F. L. : Untersuchungen der Gefügezusammensetzung der Steinkohle und ihre Bedeutung für die Kohlenaufbereitung und Kohlenveredlung.  
Techn. Mittl. 1939, Heft 14
- 20 — KUKUK, P. : Geologie des rheinisch-westfälischen. Steinkohlengebietes.  
Verlag Springer, Berlin 1938.
- 21 — MACKOWSKY, M. Th. : Mikroskopische Untersuchungen über die anorganischen Bestandteile in der Kohle und ihre Bedeutung für Kohlenaufbereitung und Kohlenveredlung.  
Bergbau Archiv 4/1943.
- 22 - MACKOWSKY, M. Th. : Neuere Anschauungen über den Inköhlungs Vorgang.  
Fort. d. Mineral. 28/1949, Heft 1.

- 23 — MACKOWSKY, M. Th.: Möglichkeiten zur Darstellung der kohlenpetrographischen Zusammensetzung von Flözen, Kohlsorten und Streifenarten. Glückauf 87/1951, Heft 7-8.
- 24 — MACKOWSKY, M. Th. : Gibt es Graphit in Kohle und Koks. Fort. d. Mineral. 29-30/1950-51.
- 25 — MAHADEVAN : Untersuchungsberichte in Indian J. Phys, 3/1929 und 4/1930
- 26 — MAINZ, H. : Über Schwefel in Kohle und Koks. Glückauf 87/1951, Heft 51/52.
- 27 — MANTEL, W. : Zusammenhänge und Nutzung der Ergebnisse aus Laboratorium und Kohlenwertstoffbetrieb. Brennst - ch. 31/1950.
- 28 — MARSHALL, C. E. : The constitution of anthraxylen (Vitrain or Vitrinite) and its relation to type and ranks Variation in coal seams. Fuel 22/1943.
- 29 — MEYER, H. : Über den spezifischen Aufwand bei der mechanischen Veredlung der Kohle. Bergbau Archiv 1947, Band 5/6.
- 80 — MICHELAU, P. und PILGER, A. : Klein-tektonische Fragen im Ruhrkarbon. Ztsch. Dtsch. Geol. Ges. 100/1948.
- 31 MOTT, R. A. and SPOONER, C. E. : Studies in coke formation, XIII. Fuel 22/1943.
- 32 — MUCHEMBLE, G. : Sur la radioaktivitee elevee des roches marine du terrain houiller du Nord de la France. Comptes rendus des seances de L'Academie des Sciences (Fevrier 1943).
- 33 — OBERSTE BRINK, K. : Zur Epirogenese des Ruhrkohlenbeckens. Ztsch. Dtsch. Geol. Ges. 100/1948.
- 34 — OBERSTE BRINK, K. : Zusammenhänge zwischen Epirogenese, Orogenese und späterer Tektonik im Ruhrbezirk. Bergbau Archiv 1949. Band 10.
- 35 — OKAY, CAN A. : Zonguldak'ın Kozlu- serisine ait Çay-Damar Kömürü üzerinde mikroskopla yapılan kalitatif-petrografik etüt. (Mikroskopische qualitative petrographische Untersuchungen der Kohle aus Flöz Çay der Kozluslufe von Zonguldak. Türkisch - deutsch ). MTA/Ankara, Mai 1944.
- 36 — OV RSOHL, W. : Beiträge zur Kenntnis der Steinkohlen. Brennstoff-Chemie 31/1950.
- 37 — PARR, S. W. : The classification of coal. Uni. of Illinois Bull. Eng. Exper. Stat. 180/1928.
- 38 — FADMACHER, W. : Kennzeichnung, Einteilung und Unterscheidung der Steinkohlen. Glückauf 87/1951, Heft 47/48.
- 39 — SCHEIN, H. G. : Über spontane Zündung von Kohlen. Brennstoff-Chemie 32/1951, Heft 19/20.
- 40 — SEYLER, C. A. : Petrology and classification of coal. Excerpt from Proc. Vol. LVIII No. 4/1938.
- 41 — SEYLER, C. A. : The relevance of optical measurement to the structure and petrology of coal (The ultrafine structure of coal and coke). B. C. U. R. A. 1943.
- 42 — SEYLER, C. A. : Recent progress in the petrology of coal. Inst. of Fuel 1943.
- 43 SEYLER, C. A. : The past and future of coal -- the contribution of petrology, Proc. S. Wales Inst. Eng. 63/1947.
- 44 — SEYLER, C. A. and EDWARDS, W. J. : Technique of coalpetrology. Fuel 28/1949.
- 45 — STACH, E. : Vervollkommnung der Kohlen-auflichtmikroskopie. Glückauf 85/1949.
- 46 — STACH, E. : Lehrbuch der Kohlenmikroskopie Verlag Glückauf, Essen 1949.
- 47 — SZADÉCKY-KARDOSS, E. : Über die Systematik und Umwandlung der Kohlen-gemengteile. Acta techn. acad. scient. Hungaricae 1/1951 ( In Ungarisch ).
- 48 - TEICHMÜLLER, M. u. R. : Das Inkohlungs-bild des Niedersächsischen Beckens. Ztsch. Dtsch. Geol. Ges. 100/1948.
- 49 — TEICHMÜLLER, M. : Die Metamorphose der Kohlen im Teutoburger Wald. Ztsch. Dtsch. Geol. Ges. 102/1950.
- 50 — TEICHMÜLLER, M. : Zum petrographischen Aufbau und Werdegang der Weichbraunkohle. Geol. Jb. für 1943 - 48, Amt f. Bodenfor-schang. Gelle/Hannover 1950.



ANTEIL DER GEFÜGEBESTANDTEILE AM ANTEIL DER STREIFENARTEN

(nach M.Th. Mackowsky - 1950)



<b>Stein- kohle</b>		<b>Humuskohle</b>		
<b>Streifen- arten</b>		<b>Vitrit</b>	<b>Clarit</b>	<b>Du...</b>
<b>Gefüge- bestandteile</b>	<i>A. Grund- masse</i>	<i>Vitrinit</i>	<i>Vitrinit</i>	<i>mä... Mik... Sem... Skle... fein... Mik...</i>
	<i>B. Einlage- rungen</i>	<i>Resinit</i>	<i>Exinit Resinit</i>	<i>Exi... Res...</i>
	<i>C. Acces- sorien</i>	<i>Semifusinit und Fusinit- leisten Mikrinit- flocken Sklerotinit</i>	<i>Semifusinit und Fusinit- leisten Mikrinit- flocken Sklerotinit</i>	<i>Fus... Vie...</i>
<b>AUFBAU DER STREIFENARTEN GEFÜGEBESTANDTEILE</b>				

- 51 — THIESSEN, R. : Structure in paleozoic coal. Bur. of Min. Bull. 117/1920.
- 52 — THIESSEN, R. : Recently developed methods of research in the constitution of coal and the application to Illinois coal. Fuel Sci. Pract. 10/1931.
- 53 - THOVISON, P. W. : Die Grundprobleme der regionalen, Moorgeologie. Ztsch. Dtsch. Geol. Ges. 102/1950.
- 54 — WINTER, H. : Neuere Untersuchung über die mineralischen Bestandteile und die Aschebestimmung der Steinkohle. Glückauf 72/1936.
- 55 - WINTER, H, MÖNNIG und FREE. F. : Untersuchungen über die analytische Zerlegung der Ruhrkohle. Glückauf 71/1935.
- 56 — ATLAS für Angewandte Steinkohlenpetrographie. Herausgeber : Deutsche Kohlenbergbau Leitung in Verbindung mit dem Amt für Bedenforsehung. Verlag Glückauf, Essen 1951.
- 57 — Essais de gazeification souterraine ä Djerada. Note techn. Charb. France 7/1951,
- 58 — La gazeification souterraine dans les divers pays. Rapport d'INICHAR. Ann. min. Belg. 50/1951.