

FREIBERGER FORSCHUNGSHEFTE

A 336 Brikettierung / Kohleveredlung

1964

Institut für Elektrotechnik
Bergakademie Freiberg/Sa.

Ungültig

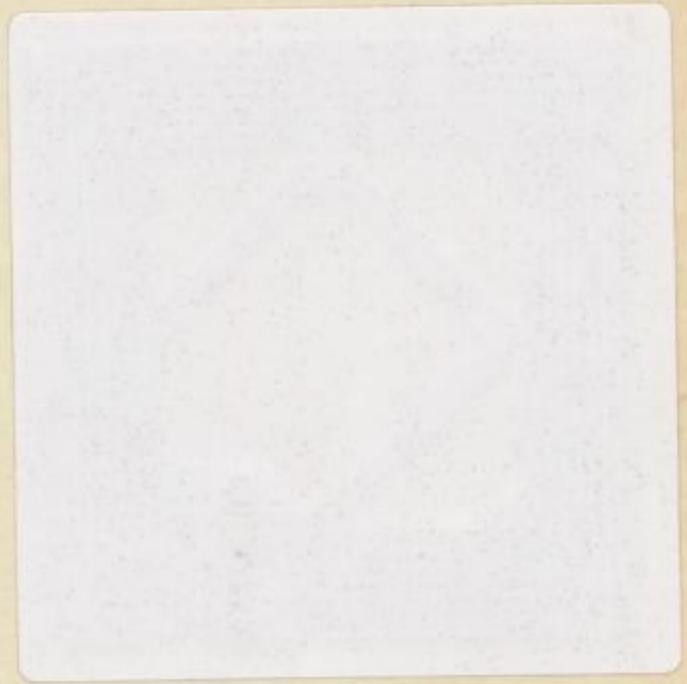
*Erich Rammler, Manfred Süß,
Gerhard Peetz und Erika Sontag*

**Untersuchungen von petrographisch definierten
Kohleproben aus vollständigen Flözprofilen
der Tagebaue Kleinleipisch und Klettwitz
auf Brikettier- und Verkokungseigenschaften**

FFH
A 336



VEB DEUTSCHER VERLAG FÜR GRUNDSTOFFINDUSTRIE



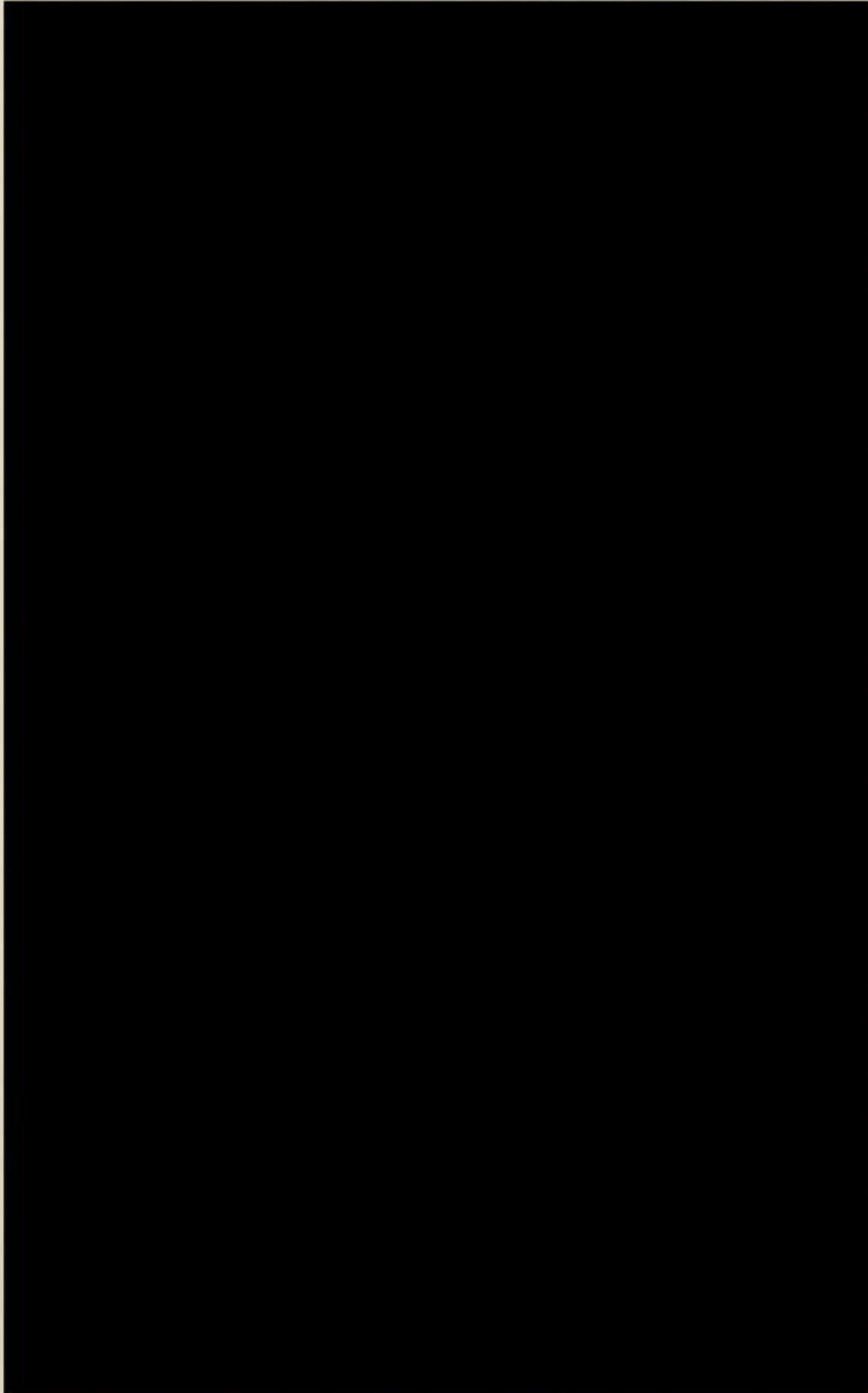
TU BERGAKADEMIE FREIBERG



XVI 1142 . A336D

FREIBERGER FORSCH

A 336



FREIBERGER FORSCHUNGSBEREICH

A 22

VERGLEICHENDE ANATOMIE DER HAARHAARE

1872

1872

FREIBERGER FORSCHUNGSHEFTE

Herausgegeben vom Rektor der Bergakademie Freiberg

A 336

BRIKETTIERUNG – TECHNISCHE BRENNSTOFFVERWERTUNG

Untersuchungen von petrographisch definierten
Kohleproben aus vollständigen Flözprofilen
der Tagebaue Kleinleipisch und Klettwitz
auf Brikettier- und Verkokungseigenschaften

Von

ERICH RAMMLER, MANFRED SÜSS, GERHARD PEETZ
und ERIKA SONTAG



VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie • Leipzig

Freib. Forsch.-H.	A 336	S. 1-93	55 Bilder	19 Tabellen	Leipzig, Juli 1964
-------------------	-------	---------	-----------	-------------	--------------------



XVI 1142 d

A 336

Das Manuskript wurde am 2. 11. 1963 zur Veröffentlichung übergeben.

„Freiberger Forschungshefte“, Schriftenreihe für alle Gebiete der Montanwissenschaften.
Herausgeber: Der Rektor der Bergakademie Freiberg, Prof. Dr.-Ing. habil. Joachim Wrana.
– Verlag: VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig W 31, Karl-Heine-Str. 27
(Fernruf 44 441). – Die Freiberger Forschungshefte erscheinen in zwangloser Folge in den
Reihen A, B, C und D. Ausführliches Verzeichnis aller lieferbaren Hefte von der Berg-
akademie Freiberg oder dem VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie. – Vertrieb:
In der Deutschen Demokratischen Republik durch den Buchhandel; in der Deutschen Bun-
desrepublik und Westberlin durch den Buchhandel (Auslieferung KUNST UND WISSEN,
Erich Bieber, Stuttgart S, Wilhelmstr. 3–6); in Österreich durch den Globus-Buchvertrieb,
Wien I, Salzgries 16; im übrigen Ausland durch eine Importbuchhandlung, den Deutschen
Buch-Export und -Import, GmbH, Leipzig C 1, Postschließfach 276, oder den Verlag.
Gesamtherstellung: VEB Fachbuchdruck Naumburg (Saale) IV/26/14. – VLN 152.915/191/64.
Printed in Germany. – Alle Rechte vorbehalten. – ES 20 F 6

INHALT

	Aufgabenstellung	7
1.	Bisherige Erfahrungen	8
2.	Geologie der Lagerstätte	9
3.	Methodik der Probenahme	9
4.	Makropetrographische Beschreibung der Lithotypen	11
5.	Das petrographische Lagerstättenprofil	13
6.	Zum biochemischen Inkohlungsgrad der Lagerstätte	17
7.	Petrographisch-rohstoffliche Charakterisierung der Flözproben . . .	19
7.1.	Aschegehalt	19
7.2.	Gesamtschwefelgehalt	22
7.3.	Teerausbeute	23
7.4.	Sandgehalt	23
7.5.	Al ₂ O ₃ in Humatbindung	27
7.6.	Remissionsgrad	28
7.7.	Xylitgehalt	28
7.8.	Innenkapillarschrumpfung	29
7.9.	Mikrobotanische Faziesbestimmung	31
8.	Brikkettierung und Verkokung der Faziesproben	36
8.1.	Ziel der Untersuchungen	36
8.2.	Untersuchungen an der Rohkohle	36
8.2.1.	Naturfeinkorn- und Stückgehalt des Schlitzgutes	37
8.2.2.	Überlaufanteil beim ersten Zyklus der Zerkleinerung	37
8.2.3.	Mittlere Korngröße der Brikkettierrohfeinkohle	40
8.2.4.	Wassergehalt der Rohkohle 0–6 mm	41
8.2.5.	Schüttdichte	41
8.3.	Untersuchungen an der Trockenkohle und dem Brikkettiergut . . .	42
8.3.1.	Mittlere Korngröße der Trockenkohle 0–6 mm	42
8.3.2.	Körnungsschwund	42
8.3.3.	Mittlere Korngröße des Brikkettiergutes 0–1 mm	44
8.3.4.	Schüttdichte des Brikkettiergutes 0–1 mm	45
8.4.	Brikkettuntersuchungen	45
8.4.1.	Elastizitätseigenschaften	45
8.4.1.1.	Höhenexpansion (Längsdehnung)	45
8.4.1.2.	Kompressionsverhältnis	46
8.4.2.	Raumdichte	47
8.4.3.	Dichte der Brikkettsubstanz	47
8.4.4.	Porenvolumen	47

8.4.5.	Wassergehalt der Briketts	49
8.4.6.	Druckfestigkeit der Briketts	50
8.4.7.	Abriebfestigkeit der Briketts	51
8.5.	Untersuchungen an den Koksformlingen und Ergebnisse der Verkokung	52
8.5.1.	Formerhaltungsgrad	52
8.5.2.	Koksausbeute	52
8.5.3.	Höhenschwund	53
8.5.4.	Volumenschwund	53
8.5.5.	Masseschwund der Briketts	56
8.5.6.	Raumdichte der Koksformlinge	56
8.5.7.	Dichte der Kokssubstanz	57
8.5.8.	Porenvolumen des Kokses	58
8.5.9.	Druckfestigkeit des Kokses	59
8.5.10.	Abriebfestigkeit des Kokses	60
8.6.	Gegenüberstellung der die Festigkeit von Briketts und Koks charakterisierenden Werte	62
8.6.1.	Verhältnis der Druckfestigkeiten Koks / Brikett	63
8.6.2.	Verhältnis der Abriebrückstände Koks / Brikett (+ 10 mm, 100 U)	64
8.7.	Zusätzliche Auswertung der Brikett- und Koksfestigkeitskennziffern für den Tgb. Kleinleipisch	65
8.8.	Zusammenfassende Einschätzung der Versuchsergebnisse der Brikettierung und Verkokung	72
9.	Beziehungen zwischen der petrologischen Beschaffenheit der Kohle und ihren technologischen Merkmalen	75
9.1.	Brikettdruckfestigkeit	78
9.2.	Brikettabriebfestigkeit	80
9.3.	Koksdruckfestigkeit	81
9.4.	Koksabriebfestigkeit (+ 10 mm, 100 U)	82
9.5.	Druckfestigkeitsverhältnis	83
9.6.	Abriebfestigkeitsverhältnis	85
9.7.	Beziehungen zwischen technologischen Kennziffern und dem Angiospermen-Koniferenverhältnis	85
10.	Neuere Arbeiten zum Problem der Fazies und der technologischen Eigenschaften von Niederlausitzer Braunkohlen	87
11.	Zusammenfassung	89
	Literatur	90

Anmerkung

Die im heutigen Sprachgebrauch üblichen Anwendungsformen des Begriffes „Fazies“ sind sehr mannigfaltig.

In einer Studie „Zu Fragen geologischer Terminologie und Klassifikation (II)“ wird von *Franke* (1963) vorgeschlagen, den Begriff „Fazies“ auf seinen ursprünglichen Inhalt zurückzuführen und allein in diesem Sinne zu gebrauchen.

Wir begrüßen diese Empfehlungen, vermögen sie jedoch infolge drucktechnischer Schwierigkeiten in der Arbeit nicht mehr zu berücksichtigen. Dementsprechend wäre in den Ausführungen der Begriff „Fazies“ durch „Lithotyp“ bzw. „Kohlenvarietät“ zu ersetzen. Wir bitten den Leser um freundliche Berücksichtigung.

Die Verfasser

Aufgabenstellung

Der unterschiedliche Habitus westelbischer und Niederlausitzer Braunkohlenflöze — „Bänderung“ der Lagerstätten im ersteren, monotone Gleichförmigkeit im anderen Falle — ist dem Kohleveredler hinreichend bekannt. Ihm, den die betriebliche Erfahrung bei der Verarbeitung der westelbischen Kohlen lehrte, daß das bunte optische Bild der Flöze die unterschiedliche Verhaltensweise der Kohle im Veredlungsprozeß schon angekündigt, drängt sich zwangsläufig die Anschauung auf, daß die Lausitzer Kohlen sehr einheitliche Eigenschaften haben. Doch der Schein trügt. Die Chronik der Braunkohlen-Hochtemperaturverkokung in Lauchhammer weiß von großen Schwankungen der Koksqualität zu berichten. Während der Jahre 1956 und 1957, als tagebautechnische Erwägungen eine Verlegung des Abbauschwerpunktes des Tagebaues Kleinleipisch in westlichere Feldesteile (ehemaliges Baufeld Koyne) begründeten, waren erhebliche „Einbrüche“ der Koksfestigkeit zu verzeichnen. So fiel die Abriebfestigkeit des Koks (Micum + 40-Zahl) von 55,9 % im Jahresmittel 1955 auf 37,5 % im Jahre 1957, der Stückkoksanfall + 30 mm verschlechterte sich im gleichen Zeitraum von 76 % auf 66 % [1]. Diese Erscheinung überraschte um so mehr, als keine Veränderungen in der bis dahin bewährten Technologie der thermophysikalischen Veredlung vorgenommen worden waren. So wurde zwangsläufig die Aufmerksamkeit auf einen weiteren — wie es schien sehr entscheidenden — Faktor gelenkt: die naturgegebene Beschaffenheit des Rohstoffes.

Noch im Jahre 1956, dem ersten des großen „Qualitätseinbruches“, beschritten *Rammler, Peetz, Graefe* und *Heide* erstmalig den Weg der direkten Lagerstättenuntersuchung mittels Schlitzproben [2]. Ihren Bemühungen blieb der Erfolg einer Abgrenzung von ursächlich die Koksqualität beeinflussenden, quantitativ bedeutsamen Flözbestandteilen zunächst versagt. Das im Lichte gegenwärtiger Betrachtung wohl wichtigste Ergebnis dieser Untersuchungen gipfelte in der Annahme, „daß es . . . allein physikalische und petrographische Strukturfaktoren sind, von denen die Koksfestigkeit abhängt“ [2, S. 118]. Die weitere Entwicklung sollte diese Vermutung bestätigen. Im Westteil des Großtagebaues Kleinleipisch traten bis dahin im Verband des Niederlausitzer Unterflözes unbekannte Kohlevarietäten (Lithotypen) von unzweifelhaft verkokungsfeindlichem Charakter in Erscheinung: stark vergelte und sehr aschereiche Typen. Die auch zu Beginn des Jahres 1957 weiter fallenden Koksfestigkeiten veranlaßten die umfassende Untersuchung der Flözverhältnisse im Raume Lauchhammer durch

die Abteilungen für Brikettierung und für angewandte Brennstoffpetrographie des Deutschen Brennstoffinstitutes, Freiberg, die vorwiegend im Institut für Brikettierung an der Bergakademie Freiberg ausgeführt wurden. Diese Arbeiten mußten sich mit folgender Problemstellung auseinandersetzen:

- a) Ist die Verlagerung des Abbauschwerpunktes des Tagebaues Kleinleipisch in westlichere Feldesteile als mögliche Ursache der Koksqualitätseinbuße anzusehen?
- b) Besteht die Möglichkeit der engeren Abgrenzung von Lithotypen, um von dieser Basis aus die schon von *Rammler* und Mitarbeitern vermuteten physikalischen und petrographischen Strukturfaktoren [2] besser erfassen zu können?
- c) Welche technologische Bedeutung kommt in diesem Falle den Lithotypen zu?

Die sehr umfangreichen Untersuchungen liefen noch im Jahre 1957 aus. Nachdem von einer Darlegung der Ergebnisse vor breiteren Kreisen aus mancherlei Umständen zunächst Abstand genommen werden mußte, legen wir nunmehr unsere Erfahrungen in gedrängter Form vor. Wir verbinden damit die Hoffnung, eine spürbare Lücke im neueren Schrifttum zu Fragen der rohstoffseitigen Einflußnahme auf die Koksbeschaffenheit zu schließen.

1. Bisherige Erfahrungen

Umfangreiche Forschungsarbeiten schienen zum Zeitpunkt der Qualitätseinbrüche die optimale Gestaltung der technologischen Verarbeitungsprozesse besonders im Hinblick auf die bestmögliche Abriebfestigkeit des BHT-Kokses zu sichern [3, 4, 5, 6, 7]. Somit rückte erneut die Frage der lagerstättenseitigen Einflußnahme auf die Koksfestigkeit in den Mittelpunkt der Betrachtungen.

Die grundsätzliche Eignung allein des Niederlausitzer Unterflözes für Verkokungszwecke hatten *Bilkenroth* und *Rammler* bereits 1955 begründet [8]. Doch schon zu diesem Zeitpunkt reiften die Vorstellungen, daß zwar die *chemische* Beschaffenheit des BHT-Kokses mit den herkömmlichen Kohlequalitätskennziffern hinreichend charakterisiert werden kann, die ebenso interessierenden *physikalischen* Eigenschaften aber anderen, noch unbekanntem Einflußgrößen gehorchen. So lenkten *Rammler* und *Bilkenroth* das Interesse auf den Xylit- und Bitumenanteil der Kohlen, darüber hinaus prüften sie den Einfluß der in Humaten festgelegten Huminsäuren [9, 10]. Gleichzeitig tauchte das Problem der Koksfestigkeitsminderung durch Kieselsäure bzw. Sand auf, nachdem mikroskopische [11] und technologische Untersuchungen [12] gleichermaßen die festigkeitsabträgliche Eigenheit dieser Komponente nachgewiesen hatten. Aber immer noch stand die Klärung des Hauptfaktors der rohstoffseitigen Bedingtheit von Brikett- und Koksfestigkeit aus. Direkte Lagerstättenuntersuchungen mittels Schlitzprofilen [2, 13] bestätigten zwar, daß „der Verlauf der Eigenschaften eines

Flözes über die Strossenlänge hinweg sich mit fortschreitendem Abbau erheblich ändern kann“ [13, S. 26], die engere Abgrenzung einflußnehmender Rohstoffeigenschaften blieb aber auch ihnen versagt.

Wichtige Erkenntnisse lieferten *petrographische* Untersuchungen. *Rammeler, Jacob* und *Bilkenroth* erkannten auf Grund mikroskopischer Arbeiten wesentliche Verschiedenheiten im Brikettier- und Verkokungsverhalten der Mikrolithotypen [11]. *Jacob* beobachtete mehrere Kohlenvarietäten, ohne aber zu einer brauchbaren Klassifikation vorzustößen [14, 15]. Sein Verdienst ist es, erstmals den Lagerstättentyp „Niederlausitzer Unterflöz“ als genetische Einheit von den weiteren Kohlen der DDR abgegrenzt zu haben [16]. Die offensichtliche Beeinflussung der Koksqualität durch Xylit stellte sehr bald die Frage seines quantitativen Anteiles auf die Tagesordnung. So schufen *Jacob* und *Wagner-Beeger* eine petrographische [17], inzwischen verbesserte Methode zu seiner Bestimmung [18]. Die vorstehend genannten Arbeiten umfassen im wesentlichen den Stand unserer Erfahrungen im Jahre 1957, da wir zu einem Angriff auf die rohstofflichen Probleme rüsteten.

2. Geologie der Lagerstätte

Die Mächtigkeit des 1957 in den Tagebauen Kleinleipisch und Klettwitz aufgeschlossenen Niederlausitzer Unterflözes betrug durchschnittlich 10 Meter. Mit Ausnahme des Drehpunktbereiches des Tagebaues Klettwitz konnte ausnahmslos eine ungestörte Flözlagerung beobachtet werden. Im vorgenannten Falle war eine Flözscholle mitsamt den Liegendschichten glazialtektonisch aus dem normalen Lagerstättenverband gelöst und in die hangenden Diluvialsedimente verfrachtet worden — eine Miniaturausgabe der Flözscholle von Dobrilugk [19]. Das Liegende der Kohle bildete ein schwach sandiger heller Ton mit zahlreichen Wurzelresten der ersten Pflanzengeneration, darunter standen graue Sande an. Über dem Flöz folgte mit ca. 3 bis 6 m Mächtigkeit der sog. „Deckletten“, ein humoses, schwach sandiges dunkles Sediment. Höher erschienen 25 bis 30 m helle tertiäre Sande mit Kohlengeröllagen und Kieshorizonten. Das jüngste Glied der tertiären Schichtenfolge bestand im „Oberbegleiter“ des Unterflözes, eine 1,00 bis 1,50 m mächtige Kohlenbank. Diluviale Sande, Tone sowie Hochmooranflug im östlichen Teil des Abraumvorschnittes Kleinleipisch vervollständigten die im Bereich von Kleinleipisch ca. 35 bis 45 m, im Bereiche von Klettwitz aber ca. 70 m mächtige Deckgebirgsserie. Östlich des Tagebaues Kleinleipisch sind Deckgebirgsmächtigkeiten von über 100 m nachgewiesen worden (sog. „Ochsenberge“) [20].

3. Methodik der Probenahme

Die eingangs erwähnte Aufgabenstellung — Versuch der Abgrenzung technologisch bedeutsamer Lithotypen — zwang, von dem üblichen Schema der Schlitzprobenahme [13, 21, 22] Abstand zu nehmen. Statt *einer* Probe

aus dem Gesamtflözanschnitt wurden entsprechend der nach makropetrographischer Profilaufnahme erkannten faziellen Differenzierung des Flöz-inhaltes *detaillierte* Schlitzproben entnommen [13], d.h. ein Schlitz wurde in mehrere, senkrecht aufeinanderfolgende Teilschlitze zerlegt. Bild 1 gibt eine Übersicht über die Anordnung der Probenahmestellen, die Anzahl der entnommenen Proben sowie das petrographische Flözprofil.

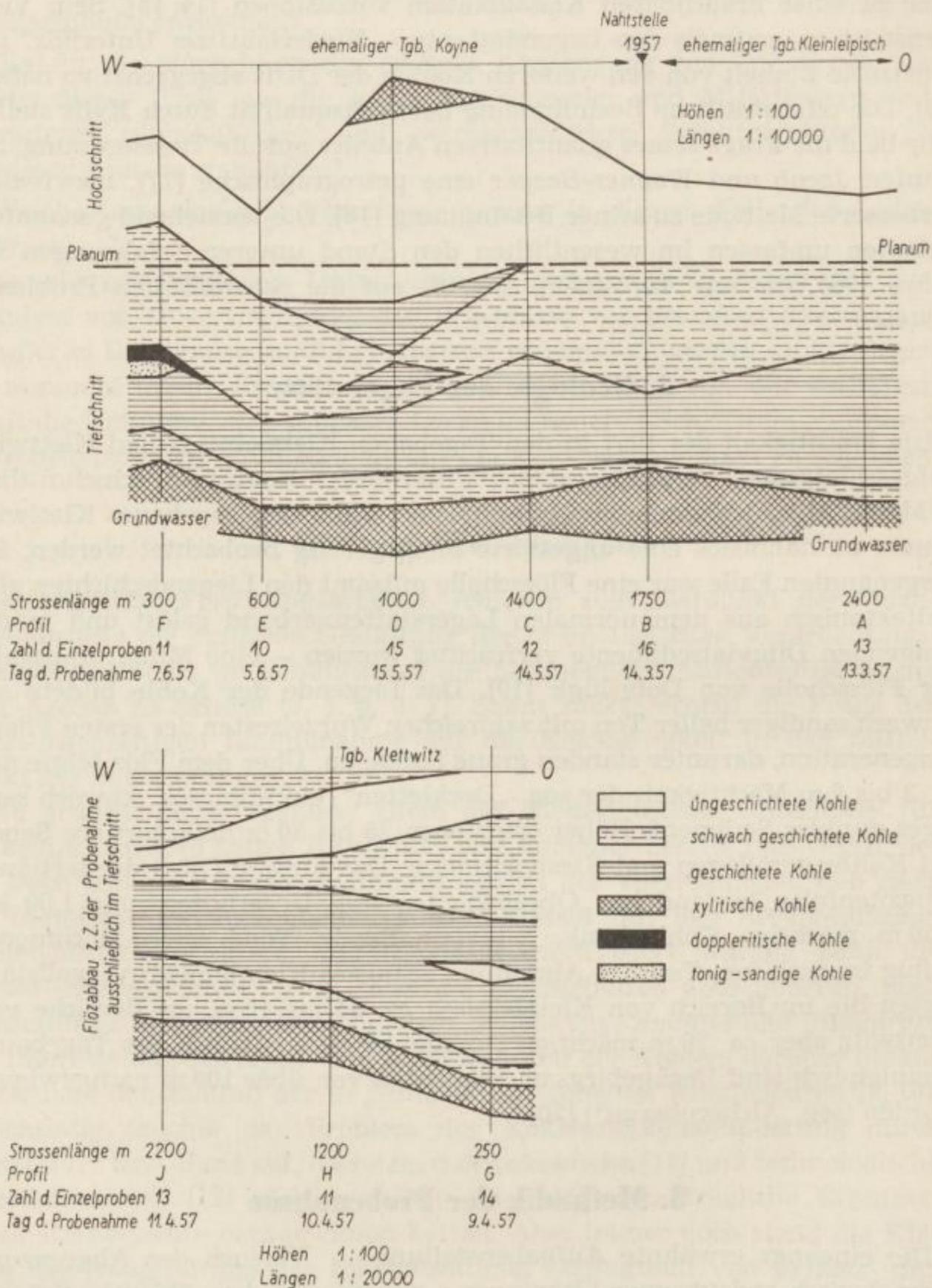


Bild 1. Lageplan und petrographische Flözprofile

Die Entnahme der Kohle erfolgte nach den allgemein geltenden Normen [22] unter besonderer Beachtung der Gewinnung von ausschließlich grubenfeuchtem, nichtoxydiertem Material aus der exakten geometrischen Figur des Schlitzes. Dabei schwankt die von den Einzelproben erfaßte Teil-Flözmächtigkeit in weiten Grenzen (Bild 1), je nach der petrographischen Gliederung der Lagerstätte. Mit Rücksicht auf einen vertretbaren Umfang der Untersuchungen sahen wir uns wiederholt gezwungen, geringmächtige Straten unterschiedlicher Beschaffenheit zusammenzufassen. Sie stellen demnach keine „reinen Faziesproben“ im Sinne *Lapik's* [24] dar. Fließende Übergänge zwischen benachbarten Lithotypen ließen nicht immer eine sichere Abgrenzung zu, zum anderen waren unsere Erfahrungen in der subjektiven makroskopischen Beurteilung der eben erst erkannten Lithotypen noch wenig umfassend. Immerhin bestätigte die mikrobotanische Analyse später die Richtigkeit unserer Ansprache des grundsätzlichen Faziescharakters der jeweils rd. 150 kg Kohle umfassenden Einzelproben.

Dem aufmerksamen Leser wird nicht entgangen sein (Bild 1), daß aus dem alten Baufeld Kleinleipisch nur ein Schlitzprofil (A) genommen wurde. In den zurückliegenden beiden Jahren war bei der Verarbeitung allein dieser Kohlen eine sehr hohe Koksqualität erzielt worden. Es schien demnach der Einsatz des Fördergutes aus dem ehem. Baufeld Koyne (westlicher Feldesteil) eine mögliche Ursache der Qualitätseinbrüche in den Jahren 1956 und 1957 zu sein. Dementsprechend legten wir alle weiteren Schlitzprofile in dieses Teilfeld des nunmehrigen Großtagebaues Kleinleipisch. Profil B kam direkt auf der „Nahtstelle“ beider Baufelder zum Ansatz. Schließlich interessierte die Frage, ob bei Verarbeitung des Fördergutes aus dem Tagebau Klettwitz den genannten Festigkeitseinbußen des BHT-Kokses begegnet werden kann. So wurden dem Flöz der Grube Klettwitz 3 Schlitzprofile entnommen, die, wie sich zeigen wird, sehr interessante und aufschlußreiche Untersuchungsdaten lieferten.

4. Makropetrographische Beschreibung der Lithotypen

Nach sorgfältigen Bemusterungen des gesamten Flözanschnittes konnten auf Grund unterschiedlicher Textur- und Strukturausbildung sechs Lithotypen voneinander abgegrenzt werden (*Jacob und Süß*) [23]. Es sind dies:

- xylitische Kohle (x-Kohle),
- geschichtete Kohle (g-Kohle),
- schwachgeschichtete Kohle (sg-Kohle),
- ungeschichtete Kohle (ug-Kohle),
- doppleritische Kohle (do-Kohle),
- tonig-sandige Kohle (ts-Kohle).

Dieses Klassifikationssystem hat sich inzwischen sowohl bei der routinemäßigen (Tagebau-)Überwachung der Lagerstätte als auch bei der Quali-

tätserkundung unverritzter Kohlenfelder bewährt [25]. Zu den vorgenannten Lithotypen gesellen sich zwei die Verarbeitungsseite stark interessierende Makrogefügebestandteile:

Faserxylit,
Bruchxylit.

Damit wären die technologisch bedeutsamsten petrographischen Erscheinungsformen der Lagerstätte genannt. Wie jüngere Untersuchungen ergaben, ist das petrographische Klassifikationssystem der Kohlenvarietäten und Xylittypen wesentlich komplizierter [26, 27, 28], wir können hier auf seine Erläuterung verzichten.

Xylitische Kohle bildet ein inniges Gemenge völlig homogener („ungeschichteter“) Kohle mit Xyliten jeglichen Destruktionsgrades und aller Größenordnungen. Ihre Farbe ist dunkel-rotbraun im frischen Anrieb, nach Lufttrocknung dunkel- bis schwarzbraun, der Bruch ist unregelmäßig-splittig. Xylitische Kohle neigt bevorzugt zur Vergelung, doppleritischer und xylitischer Humus paaren sich als für die thermische Veredelung ungeeignete Bestandteile (!).

Geschichtete Kohle besteht aus deutlich parallel-geschichteten pflanzlichen Relikten, wie Zweigen, Nadel- und Blattresten usw. Sie zeigt im frischen Bruch rotbraune Färbung. Häufige Vergelung verleiht der trockenen Kohle dunkelbraune bis schwarze Farbe. Geschichtete Kohle bricht grobstückig-plattig, wobei die Sedimentationsebenen zur Ablösungsfläche werden. Starke Anhäufungen von stecknadelkopfgroßen gelben Retinitkörperchen und lokal größere Xylitanreicherungen bilden weitere Merkmale.

Schwachgeschichtete Kohle stellt das Bindeglied zwischen g- und ug-Kohle dar. Ihr petrographischer Habitus schwankt daher in weiten Grenzen, das erschwert die sichere Abgrenzung des Lithotyps. Kennzeichnend ist insbesondere die durch feinste pflanzliche Relikte angedeutete schwache Schichtungstextur innerhalb der Kohlengrundmasse.

Ungeschichtete Kohle ist durch eine völlig detritusfreie Grundmasse ausgezeichnet. Dementsprechend ist ihr Bruch unregelmäßig-stückig, die Bruchflächen erscheinen muscheligen-schaligen. Faziesbedingt treten Xylit und Retinit nur in untergeordnetem Maße auf, häufig zeigen sich hingegen mineralische Einschlüsse (vorwiegend Sand, seltener Schwefelkies). Die grubenfeuchte Farbe ist rotbraun, im lufttrockenen Zustand dominieren mittel- bis hellbraune Farbtöne. Vergelungserscheinungen treten nicht auf.

Doppleritische Kohle erhält ihre kennzeichnenden Merkmale erst im trockenen Zustand: schwarzbraune bis schwarze Farbe, starke Rissigkeit, dunkler Pechglanz auf den glatten, z. T. auch splittigen Bruchflächen. Sie führt häufig FeS_2 . Am feuchten Kohlenstoß verbirgt sich do-Kohle unter geschichteter, schwachgeschichteter und xylitischer Kohle, sie trägt dann alle Merkmale dieser Lithotypen.

Tonig-sandige Kohle besitzt ungeschichtete Textur, sie trägt im feuchten Zustand eine zumeist schwarzbraune Farbe, die sich nach Trocknung zum Graubraun wandelt. Mineralbestandteile bilden Sand, Glimmer und Schwefelkies. Ts-Kohle fällt im frischen Haufwerk sehr kleinstückig an. Ihre Abgrenzung von „humus“-betonter Kohle empfehlen wir in Anlehnung an die Klassifikation nach *Bilkenroth* und *Rammler* [8] bei einem 15 % wf übersteigenden Aschegehalt. Als obere Grenze seien 65 % Asche (wf) vorgeschlagen.

Die aus der bergmännischen Nomenklatur übernommenen Begriffe „*Faserxylit*“ und „*Bruchxylit*“ schließen eine breite Skala von petrographischen Formen ein [28], ihre Abgrenzung ist für praktische Belange allerdings zu weitschichtig.

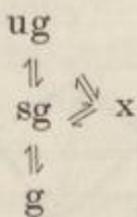
Unter dem Terminus „*Faserxylit*“ werden gut erhaltene, zellulosereiche und daher helle, langfaserig brechende Xylitformen zusammengefaßt. Sie treten vorwiegend in x- und g-Kohlen auf. Die hohe Tenazität des Faserxylits bedingt seine schwierige Zerkleinerbarkeit, er bildet bevorzugt sieb-schwieriges Langkorn.

„*Bruchxylite*“ stellen stärker zersetzte (teils vergelte), zelluloseärmere und somit dunklere, kurzstückig brechende Holzreste dar. Sie finden sich vorwiegend in den sg- und ug-Kohlen. Beide Xylittypen sind im Niederlausitzer Unterflöz zu etwa gleichen Teilen vertreten [28].

5. Das petrographische Lagerstättenprofil

Die makropetrographische Bemusterung des Flözes zeigte einen sehr einheitlichen faziellen Aufbau der Lagerstätte. Allgemein sind vom Liegenden zum Hangenden x-, sg-, g-, sg- und ug-Kohle zu beobachten (Bild 1). Abweichungen finden sich im Bereiche der Profile D (x-Kohle in der obersten Flözpartie) sowie F (ts- und do-Kohle im Niveau der geschichteten Fazies).

Die Wiedergabe des petrographischen Flözschnittes erweckt den Eindruck einer scharfen Begrenzung der Lithotypen im Flözverband. Tatsächlich stellen aber *fließende Übergänge* zwischen genetisch verwandten Nachbartypen die Regel dar:



Demnach vermittelt Bild 1 einen sehr stark schematisierten Eindruck der petrographischen Situation. Weiterhin ist festzustellen, daß bei *feinstratigraphischer* Kartierung ein wesentlich vielgestaltigerer Flözschnitt in Erscheinung tritt. Die vorgegebene Aufgabenstellung zwang jedoch zu einer stark zusammenfassenden Bemusterung.

Die genannte *vertikale Abfolge* der Kohletypen ist in allen Lagerstättenaufschlüssen des Raumes Lauchhammer vorzufinden; sie ist kennzeich-

nend für einen weiten Lagerstättendistrikt der westlichen Niederlausitz und somit auch von *lateralen Konstanz*. Ungeachtet dessen stellen sich aber für verschiedene Beobachtungspunkte voneinander abweichende Anteile der Lithotypen am Gesamtprofil ein. Sie sind es, welche die grundlegenden Eigenschaften des Fördergutes variierend bestimmen. Es sollen daher die Ergebnisse der makropetrographischen Aufnahmen einer weiteren, *relativen* Betrachtung unterzogen werden.

Die Anteile der x-Kohle bewegen sich zwischen 7,9 und 20,7 % (Tabelle 1), für g-Kohle sind 13,6 bis 39,9 %, für sg-Kohle 13,3 bis 56,0 % und für ug-Kohle 5,9 bis 38,5 % nachgewiesen worden. Tonig-sandige sowie (makroskopisch erkennbare) doppleritische Kohlen wurden nur im Schnitt F mit ca. 5 % bzw. rd. 4 % vorgefunden. Tendenzielle regionale Unterschiede der Lithotypen-Anteile lassen sich nur unter Vorbehalt geltend machen (Bild 2).

Tabelle 1. Prozentualer Anteil der Lithotypen am Flözaufbau

Lithotyp	Flözprofil	Tgb. Kleinleipisch						Tgb. Klettwitz		
		F	E	D	C	B	A	I	H	G
ungeschichtete Kohle	[%]	23,7	27,3	38,5	37,3	23,1	19,2	5,9	24,8	18,8
schwach geschichtete Kohle	[%]	42,8	44,3	13,3	27,8	37,8	28,8	56,0	28,2	35,7
geschichtete Kohle	[%]	13,6	18,6	29,4	27,0	18,4	39,9	26,2	32,9	36,6
xylitische Kohle	[%]	11,8 ¹	9,8	18,8	7,9	20,7	12,1	11,9	14,1	8,9
doppleritische Kohle	[%]	3,6	?	—	—	—	—	—	—	—
tonig-sandige Kohle	[%]	4,5	—	—	—	—	—	—	—	—
Flözmächtigkeit	[m]	11,00	9,15	14,30	12,60	10,85	10,40	8,40	8,50	10,10

¹ für x-Kohle wurde deren mittlere Mächtigkeit in den Profilen A–E (1,30 m) eingesetzt.

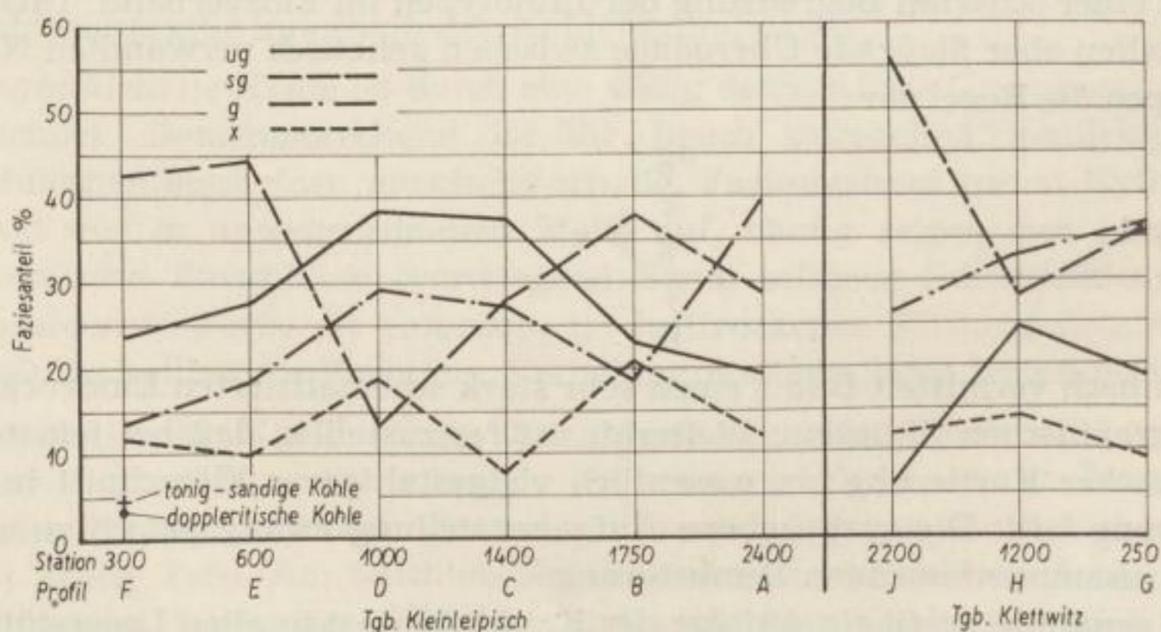


Bild 2. Quantitative Analyse nach Lithotypen

So zeigt ug-Kohle von West nach Ost den Trend zur Mächtigungsabnahme, g- und sg-Kohlen gewinnen hingegen in den östlichen Profilen (Klettwitz) erheblich an Bedeutung. Der relative Anteil von x-Kohle ist offenbar richtungsunabhängig.

Somit ergibt sich schließlich eine unterschiedliche „Wertigkeit“ eines Kohletyps im Einzelprofil (Tabellen 2 und 3). Für *Kleinleipisch* erscheint sg-Kohle dreimal als dominierender Lithotyp (Spalte 1), sie nimmt zusammen mit ug-Kohle, welche in gleicher Häufigkeit unter den „zweitrangigen“ Typen dominiert, den entscheidenden Einfluß auf die Eigenschaften der Förderkohle. G-Kohle (3 × in Spalte 3) und x-Kohle (4 × in Spalte 4) bilden die weitere Reihenfolge, oder mit anderen Worten: Ug- und sg-Kohlen sind im Tagebau Kleinleipisch die dominierenden, g- und x-Kohle die untergeordneten Lithotypen. Das wird auch klar, wenn man gemäß Tabelle 1 als Kennziffer den Quotienten

$$\frac{sg + ug}{g + x}$$

bildet. Er bewegt sich mit Ausnahme von Profil A (0,92) zwischen 1,07 und 2,58 (Tabelle 2).

Gewisse Abweichungen sind für den Tagebau Klettwitz zu verzeichnen (Stand 1. Halbjahr 1957). Als Ausdruck des bereits makroskopisch sichtbaren geringeren Destruktionsgrades der Kohle bilden g- und sg-Fazies die mit Abstand vorherrschenden Lithotypen (Tabellen 2 und 3), sie nehmen Platz 1 und 2 ein. Die dritte und vierte Stelle ist ausnahmslos dem ug- und x-Typ vorbehalten. Der Wert

$$\frac{sg + ug}{g + x}$$

bewegt sich zwischen 1,13 (H) und 1,87 (G).

Faßt man die Ergebnisse der bisherigen Betrachtungen zusammen (Tabelle 3, unterer Teil), so bestätigt sich die Vormachtstellung von sg-Kohle sowohl in der ersten als auch zweiten Wertungsspalte. Ug- und g-Kohlen bilden kein klar erkennbares Häufigkeitsmaximum, wogegen x-Kohle souverän Spalte 4 beherrscht. Wir gehen wohl kaum fehl in der Annahme, daß in erster Linie sg-Kohle die Eigenschaften des Fördergutes zu bestimmen vermag. Die Intervention veredlungsungünstiger, faziesgebundener Bestandteile der g- und x-Kohlen (Gele, Xylite) stört mehrfach diese Beziehungen. Wir kommen darauf noch zurück.

In Tabelle 4 sind die zusammenfassenden statistischen Auswertungen der Faziesanteile für die Tagebaue Kleinleipisch und Klettwitz wiedergegeben. In beiden Fällen ist sg-Kohle die vorherrschende, mit übereinstimmenden absoluten Anteilen (in m Flözmächtigkeit) vertretene Fazies. Gleichheit der absoluten Mächtigkeit trifft auch für g- und annähernd für x-Kohle zu. Einen bemerkenswerten Unterschied bringt hingegen die ug-Kohle mit 3,30 m (Kleinleipisch) und 1,40 m (Klettwitz) hervor. Demnach ist die in Kleinleipisch um ca. 2,50 m größere Flözmächtigkeit auf das stärkere Her-

Tabelle 2. Rangfolge der Lithotypen innerhalb der Einzelprofile gemäß prozentualem Anteil am Flözaufbau

Profil	Rangfolge der Lithotypen gemäß prozentualem Anteil				$\frac{ug + sg}{g + x}$
	größter Anteil		kleinster Anteil		
	1	2	3	4	
A	g	sg	ug	x	0,92
B	sg	ug	x	g	1,56
C	ug	sg	g	x	1,87
D	ug	g	x	sg	1,07
E	sg	ug	g	x	2,58
F	sg	ug	g	x	1,99
.....					
G	g	sg	ug	x	1,87
H	g	sg	ug	x	1,13
I	sg	g	x	ug	1,63

Tabelle 3. Häufigkeit des Auftretens der Lithotypen in den Wertungsspalten der Tabelle 2

Kleinleipisch				
Lithotyp	1.	2.	3.	4.
ug	2	3	1	—
sg	3	2	—	1
g	1	1	3	1
x	—	—	2	4

Klettwitz				
Lithotyp	1.	2.	3.	4.
ug	—	—	2	1
sg	1	2	—	—
g	2	1	—	—
x	—	—	1	2

Raum Lauchhammer				
Lithotyp	1.	2.	3.	4.
ug	2	3	3	1
sg	4	4	—	1
g	3	2	3	1
x	—	—	3	6

Tabelle 4. Mittlere Mächtigkeit und prozentualer Anteil der Lithotypen im Niederlausitzer Unterflöz — Raum Lauchhammer — 1. Halbjahr 1957

Lithotyp ¹	Kleinleipisch		Klettwitz	
	Anteil der Fazies [%]	[m]	Anteil der Fazies [%]	[m]
ungeschichtete Kohle	28,7	3,30	15,5	1,40
schwach geschichtete Kohle	32,6	3,75	41,1	3,70
geschichtete Kohle	24,8	2,85	32,2	2,90
xylitische Kohle	13,9	1,60	11,1	1,00
mittlere Mächtigkeit des Flözes [m]	11,50		9,00	

¹ Do- und ts-Kohle wurden wegen zu geringer Anteile (< 1,0 %) nicht in diese Auswertung einbezogen.

vortreten der bedeutsamen ug-Fazies zurückzuführen. Der auf Prozentanteile bezogene „Faziesquotient“ staffelt sich dementsprechend von 1,59 (Kleinleipisch) auf 1,30 (Klettwitz).

Die quantitative Auswertung der Faziesanteile besitzt lediglich für den Zeitraum der Flözbemusterung Gültigkeit. Im weiteren Verhieb eines Kohlenfeldes treten gewisse Veränderungen der petrographischen Flöz-zusammensetzung ein [29].

6. Zum biochemischen Inkohlungsgrad der Lagerstätte

Die Technologie der BHT-Kokserzeugung stellt ein „einstufiges“ Verfahren dar, d. h., Briketts werden ohne weitere thermische Vorbehandlung direkt verkocht. Dabei gilt in erster Annäherung: Die Koksfestigkeit ist eine Funktion der Brikettqualität. Wenngleich letztere durch bestimmte verarbeitungstechnische Maßnahmen gesteuert werden kann, so bewegt sie sich doch in einem festen, durch den „biochemischen Inkohlungsgrad“ vorgezeichneten Merkmalsbereich. Es gilt daher, zunächst den biochemisch bedingten „Reifegrad“ der Kohlen des Raumes Lauchhammer zu charakterisieren. Als Vergleichspartner seien hierzu der Typ „Puschwitz“ als ein jüngerer sowie der Typ „Bitterfeld“ als ein stratigraphisch nur wenig älteres Kohlenvorkommen ausgewählt [30, 31].

Mit pH 5,6 bis 6,0 (Mittel pH 5,8) bewegt sich der Aziditätsgrad innerhalb eines für DDR-Braunkohlen recht hohen Bereiches (Tabelle 5). Er zeigt engere Beziehungen zu Kohlen der Oberlausitz (Tagebau „Puschwitz“), Brennsteine des Typs „Bitterfeld“ springen demgegenüber weit ab. Fußend auf früheren Erfahrungen [26, 32] läßt sich schon jetzt die Folgerung nach einem geringen biochemischen Inkohlungsgrad der Lauchhammer-Kohlen und dementsprechend günstigen Briketteneigenschaften ableiten. Dasselbe

Tabelle 5. Zum biochemischen Inkohlungsgrad der Kohle des Niederlausitzer Unterflözes (Raum Lauchhammer)

Lagerstättentyp	pH-Wert	Sättigungswassergehalt [%]	P_{\max} [kp/cm ²]
Puschwitz	6,1	63,8	ca. 10
Niederlausitzer Unterflöz (Raum Lauchhammer)	5,8	59,8	ca. 25
Kleinleipisch	5,6		
Klettwitz	6,0		
Bitterfeld	7,1	53,7	ca. 50

gilt für den Sättigungswassergehalt, der zudem mit 63,8 % (Puschwitz), 59,8 % (Lauchhammer) und 53,7 % (Bitterfeld) die tatsächliche Rangfolge der Inkohlungstypen noch klarer zu erkennen gibt. Mit ca. 25 kp/cm² ist die maximale Vorbelastung gering, die „mediotype“ Stellung des Unterflözes bestätigt sich erneut.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die Brennsteine des im Raume Lauchhammer anstehenden Unterflözes einen im DDR-Maßstab sehr niedrigen biochemischen Inkohlungsgrad besitzen. Diese Tatsache ist letztlich entscheidend für die vorzüglichen Brikettiereigenschaften dieser Kohlen und Voraussetzung für die Herstellung eines festigkeitsmäßig hochwertigeren Verkokungs-(F 4-)Briketts.

Untersuchungen zum Fazieskennzeichnungswert des Aziditätsgrades und des Sättigungswassergehaltes ließen keine Zusammenhänge erkennen. Damit bestätigen sich unsere schon an westelbischen Kohlen erworbenen Erfahrungen [33, 34]. Sehr interessante, bis dahin innerhalb eines Kohlenfeldes kaum bekannte Differenzierungen ergab die Bestimmung des pH-Wertes entlang der Abbaufont beider Grubenbetriebe (Bild 3). Von

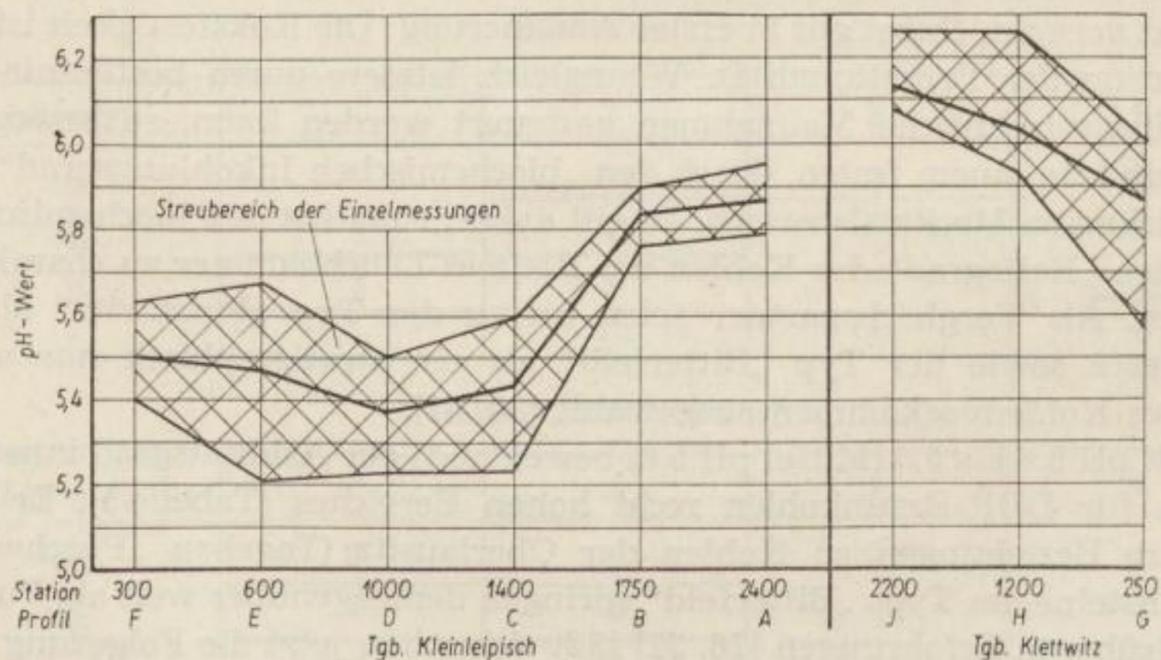


Bild 3. pH-Wert der Kohle
in Abhängigkeit vom Kohlenfeld und von der Strossenlänge

pH 5,37 bis pH 5,50 im westlichen Teil des Tagebaues Kleinleipisch ändert sich der Aziditätsgrad auf pH 5,86 im östlichen Profil A, und im Baufeld Klettwitz wurden sogar Profilmittelwerte von pH 5,86 bis pH 6,13 registriert. Die Deutung dieser Richtungsabhängigkeit ist schwierig. Es können sowohl primäre pH-Differenzierungen im Torfmoor als auch epigenetische Veränderungen des Aziditätsgrades von der im Westen (Zwischenmittel!) gelegenen Kohlenverbreitungsgrenze her angenommen werden. Derartige, in ihrer Intensität bedeutend ausgeprägtere Erscheinungen haben *Rammler* und *Jacob* aus den Nachbarfeldern Domsdorf und Plessa bekannt gemacht [35, 36].

7. Petrographisch-rohstoffliche Charakterisierung der Flözproben

Mit Rücksicht auf den Umfang der Arbeit muß von einer detaillierten Beschreibung der an den Einzelproben gewonnenen Ergebnisse Abstand genommen werden. Es werden lediglich die für das jeweilige Einzelprofil errechneten Mittelwerte von Fazieskennziffern graphisch ausgewertet und gemeinsam mit den Tagebau- und Lagerstättendurchschnittswerten besprochen (Tabelle 6 und 7, Spalte 3, 4 und 6). Statistische Angaben zur mittleren Abweichung der Einzelwerte sowie dem mittleren Fehler des Mittelwertes runden das Bild ab (Tabelle 6 und 7, Spalte 7 und 8). Schließlich wird noch auf den während der Einzelprobenuntersuchung beobachteten Minimal- und Maximalwert der betreffenden Kennziffer aufmerksam gemacht (Tabelle 6 und 7, Spalte 9 und 10).

7.1. Aschegehalt

Die Untersuchungen zum Aschegehalt zeigten, daß ug-Kohle im gesamten Lagerstättenbereich der mit Abstand aschereichste und bezüglich der Ascheverteilung auch heterogenste Fazies ist: $L = 8,0 \%$, $m = \pm 1,58 \%$ (Bild 4, Tabelle 6). Dies war auch seinerzeit der Anlaß, die ug-Kohle des Hoch-

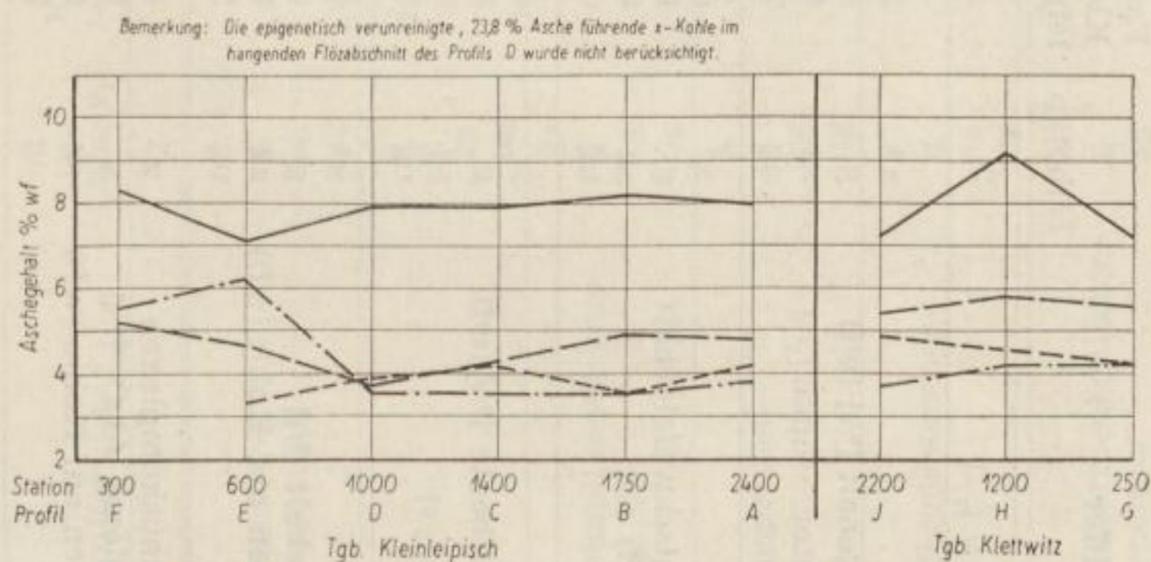


Bild 4. Mittlerer Aschegehalt der Lithotypen in Abhängigkeit vom Kohlenfeld und von der Strossenlänge

Tabelle 6. Statistische Auswertung von petrologischen Untersuchungsergebnissen

Kennziffer	Lithotyp	Faziesmittelwerte		Faziesmittelwerte Raum Lauchhammer			Einzelergebnisse		
		Klein-leipisch	Klettwitz	n	L [%]	m [%]	M [%]	Minimalwert	Maximalwert
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aschegehalt [%] (wf)	x ¹	3,8	4,9	17	4,1	± 0,96	± 0,23	2,6	5,9
	g	4,0	4,1	27	4,0	± 0,90	± 0,05	3,0	6,5
	sg	4,7	5,6	40	5,0	± 0,86	± 0,14	3,5	6,9
	ug	7,9	8,2	28	8,0	± 1,58	± 0,30	5,1	11,6
Gesamtschwefelgehalt [%] (wf)	x ¹	0,60	0,72	17	0,63	± 0,14	± 0,03	0,46	0,90
	g	0,85	0,61	27	0,77	± 0,21	± 0,04	0,43	2,74
	sg	0,66	1,21	40	0,85	± 0,30	± 0,05	0,45	1,67
	ug	0,88	0,99	28	0,90	± 0,38	± 0,07	0,40	2,08
Teerausbeute [%] (wf)	x	10,2	8,9	18	9,8	± 1,43	± 0,34	7,1	12,1
	g	8,0	7,9	27	8,0	± 0,70	± 0,13	6,7	9,1
	sg	8,3	8,6	40	8,4	± 1,77	± 0,27	5,8	12,8
	ug	10,8	9,1	28	10,5	± 2,01	± 0,39	7,7	15,8
Sandgehalt [%] (bezogen auf Kohle (wf))	x ¹	0,16	0,48	17	0,26	± 0,32	± 0,08	0,03	0,48
	g	0,15	0,17	27	0,16	± 0,01	± 0,001	0,03	0,17
	sg	0,29	0,54	40	0,38	± 0,22	± 0,22	0,04	1,35
	ug	2,45	2,79	28	2,51	± 1,53	± 0,29	0,42	6,86
in Humuskomplexen gebundenes Al ₂ O ₃ [%] (bezogen auf Kohle (wf))	x	0,30	0,31	18	0,31	—	—	0	0,70
	g	0,11	0,07	27	0,09	—	—	0	0,76
	sg	0,08	0,13	40	0,10	—	—	0	0,51
	ug	0	0	28	0	—	—	0	0

¹ ausschließlich der im Profil D (Bild 1) im oberen Flözdrittel anstehenden x-Kohle

Tabelle 7. Statistische Auswertung von petrologischen Untersuchungsergebnissen

Kennziffer	Lithotyp	Faziesmittelwerte		n	Faziesmittelwerte Raum Lauchhammer		M [%]	Einzelergebnisse	
		Klein- leipisch	Klettwitz		L [%]	m [%]		Minimal- wert	Maximal- wert
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Remission [%] (~ 660 mm)	x	5,3	4,3	18	5,0	± 0,78	± 0,19	3,8	6,5
	g	4,5	4,7	27	4,6	± 0,56	± 0,11	3,7	5,5
	sg	4,8	4,8	40	4,8	± 0,56	± 0,09	3,9	6,4
	ug	5,5	4,8	28	5,4	± 0,74	± 0,14	4,0	7,1
Xylit [%]	x	24,4	4,5 (!)	18	18,9	± 18,01	± 4,24	2,0	60,2
	g	5,8	7,4	27	6,3	± 7,32	± 1,41	0,1	24,9
	sg	4,8	3,8	40	4,5	± 4,83	± 0,76	0,2	16,5
	ug	2,9	2,2	28	2,8	± 4,20	± 0,79	0,0	19,2
Innenkapillarschrump- fung [%]	x ¹	27,6	33,5	17	29,7	± 7,35	± 1,78	14,3	37,8
	g	24,4	23,0	25	23,8	± 5,36	± 1,07	15,8	34,9
	sg	22,5	24,0	39	23,1	± 5,34	± 0,84	16,3	36,0
	ug	20,8	24,0	27	21,5	± 3,67	± 0,69	15,7	31,2
Angiospermen- sporomorphen [%]	x	29,1	31,5	18	29,9	± 5,66	± 1,33	21	42
	g	45,4	44,5	27	45,1	± 7,94	± 1,53	33	64
	sg	59,7	55,2	40	58,0	± 9,17	± 1,45	40	77
	ug	68,0	64,3	28	67,2	± 8,36	± 1,58	51	83
Koniferensporomor- phen [%]	x	63,1	61,3	18	62,5	± 7,96	± 1,88	47	75
	g	45,8	52,5	27	48,6	± 8,48	± 1,63	27	62
	sg	34,2	39,7	40	36,3	± 9,61	± 1,52	19	52
	ug	26,5	30,8	28	27,4	± 6,72	± 1,27	15	41
Angiospermenkoniferen- Verhältnis	x	0,46	0,51	18	0,49	± 0,15	± 0,04	0,28	0,86
	g	0,99	0,85	27	0,93	± 0,45	± 0,09	0,59	2,37
	sg	1,74	1,39	40	1,60	± 0,84	± 0,13	0,77	3,85
	ug	2,57	2,09	28	2,45	± 1,14	± 0,22	1,13	5,47

¹ ausschließlich der im Profil D (Bild 1) im oberen Flözdrittel anstehenden x-Kohle

schnittes von der Koksherstellung auszuschließen. Alle weiteren Lithotypen sind durch 3 % bis 5 % (absolut) geringere Ascheanteile ausgezeichnet, wobei sich im Bereich der Profile A–C und G–I eine Abstufung von sg-Kohle (ca. 5 bis 6 % Asche) über x-Kohle (ca. 4 bis 5 % Asche) zu g-Kohle (ca. 3 bis 4 % Asche) ergibt. Im Westteil des Tagebaues Kleinleipisch wird diese Beziehung gestört (Bild 4, Profile E und F). Hier wirkt sich noch der (epigenetische?) Einfluß der im mittleren Flözteil anstehenden aschereichen do-Kohle (10,8 %) und ts-Fazies (51,2 %) aus. Im übrigen fehlen klare regionale Tendenzen der Ascheverteilung. Aus den Minimal- und Maximalaschegehalten der Fazies geht hervor, daß für x-, g- und sg-Fazies gleiche Merkmalsbereiche zwischen ca. 3 % und 6 bis 7 % gegeben sind. Erst ug-Kohle trennt sich mit 5 bis 12 % deutlich ab (Tabelle 6).

7.2. Gesamtschwefelgehalt

Genetisch bedingt sind die Kohlen der westlichen Niederlausitz schwefelarm. Um so mehr überraschen die mit 2,65 und 2,74 % extrem hohen Schwefelmengen in den g-Kohlen der Profile E und F (Bild 5). Erneut findet hier die (wohl epigenetische?) Beeinflussung seitens der gleichfalls schwefelreichen doppleritischen (2,14 %) und tonig-sandigen Fazies (2,64 %) eine gewisse Bestätigung. Im übrigen ist kaum eine klare Beziehung zwischen der Fazies und dem Gesamtschwefelgehalt erkennbar. Selbst die im Lagerstättendurchschnitt ersichtliche Erhöhung der Schwefelgehalte von 0,63 % für x-Kohle über 0,77 % für g-Kohle und 0,85 % für sg-Kohle zu 0,90 % bei ug-Kohle (Tabelle 6, Spalte 6) setzt sich nicht in den Tagebau-Mittelwerten fort (Spalte 3 und 4). Zusammenfassend ist festzustellen: Innerhalb der quantitativ bedeutsamen Lithotypen besteht keine fazielle Bedingtheit für den Schwefelgehalt. Erst petrographische Sonderformen (do-, ts-Kohle) führen extrem hohe Schwefelanteile. Wohl scheint in der hangenden ug-Kohle eine gewisse, sekundär ausgelöste S-Anreicherung vorzuliegen, dennoch wird ihre Einbeziehung in die „Kokskohle“ keineswegs zu untragbar hohen Schwefelgehalten im Koks führen.

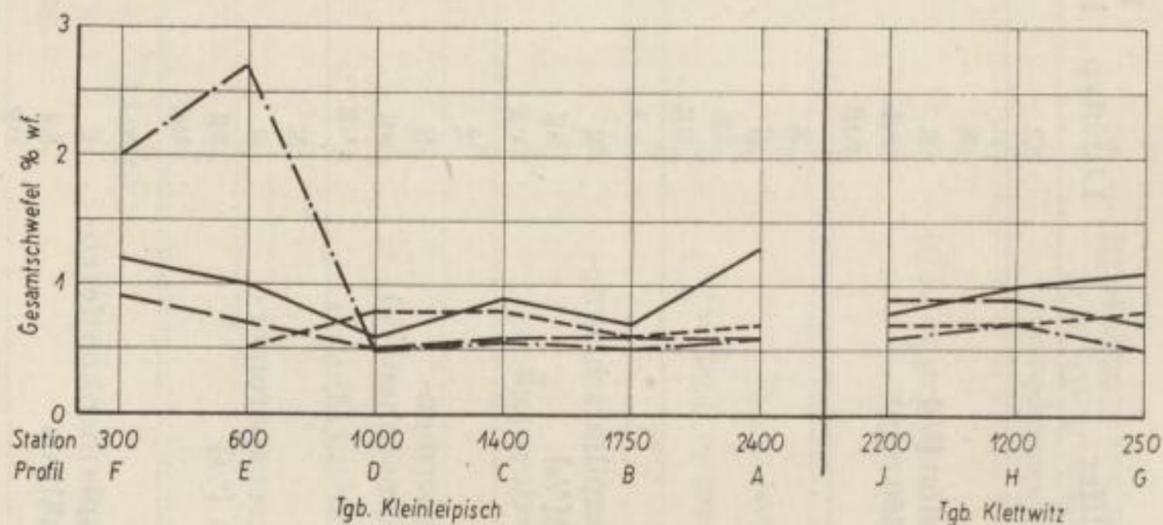


Bild 5. Mittlerer Schwefelgehalt der Lithotypen in Abhängigkeit vom Kohlenfeld und von der Strossenlänge

7.3. Teerausbeute

Niederlausitzer Kohlen sind bekanntlich teearm. Dennoch interessiert die Teerausbeute insofern, als sie Schlußfolgerungen auf die zu erwartende Ausbeute an flüssigen Produkten bei der Hochtemperaturverkokung zuläßt. Im Falle lokaler Bitumenanreicherungen in der Kohle ist infolge stärkerer Ausschwelung ein dünnes, wenig abriebfestes Koksgerüst zu erwarten [11]. Doch ist dies ein seltener Fall.

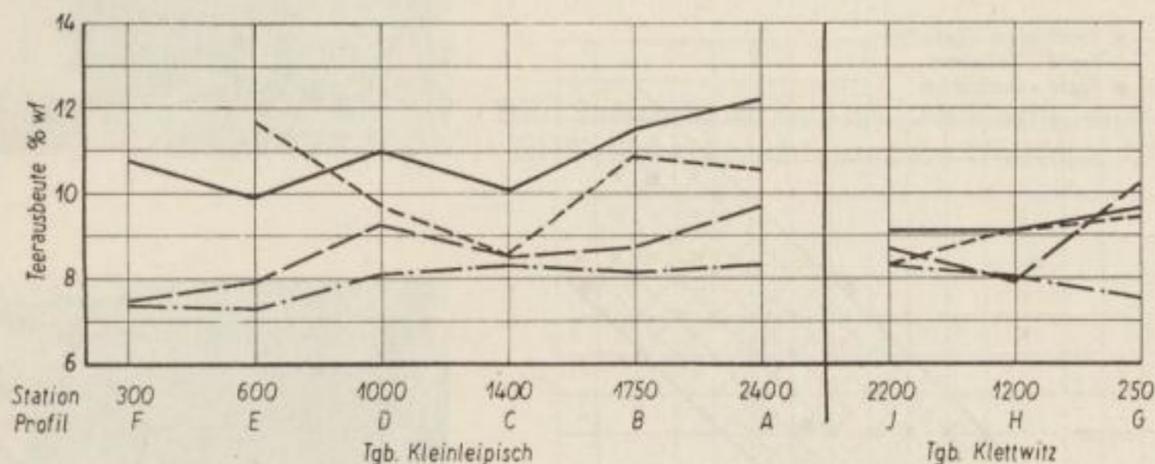


Bild 6. Mittlere Teerausbeute der Lithotypen in Abhängigkeit vom Kohlenfeld und von der Strossenlänge

Ug-Kohle tritt mit durchschnittlich 10,5 % als teereichster Lithotyp in Erscheinung (Bild 6, Tabelle 6). Vor allem im Tagebau Kleinleipisch ist eine klare Abgrenzung von sg-Kohle (8,4 %) und g-Kohle (8,0 %) gegeben. Es ist dies die genetisch bedingte Destruktionsreihe der Niederlausitzer Lithotypen, wobei von ug- zu g-Kohle der Zersetzungsgrad und damit der Anteil an ausschwelbarem Protobitumen abnimmt. X-Kohle „springt“ demgegenüber durch das von den weiteren Lithotypen vorgezeichnete Streuband. Bekanntlich liefern fossile Hölzer außerordentlich hohe Teerausbeuten [28], so daß der Xylitanteil die ausschwelbare Teermenge steuert. Bemerkenswerte regionale Verschiedenheiten ergeben sich in den geringen Teerausbeuten von ug- und x-Kohlen des Tagebaues Klettwitz. Doppleritische Kohle (5,4 % Teer) und die tonig-sandige Fazies (2,6 %) sind sehr teearm. In Anbetracht der Schwelunwürdigkeit von Niederlausitzer Kohle ist die von 5,8 % bis 15,8 % reichende Merkmalsspanne der Einzelbestimmungen sehr beachtlich (Tabelle 6, Spalte 9 und 10). Hier scheint durchaus ein ursächlicher Faktor für kurzzeitige Koksqualitätsschwankungen gegeben zu sein.

7.4. Sandgehalt

Der Rückgang der Koksqualität in den Jahren 1956 und 1957 fiel mit dem Anstieg der Aschegehalte im Fördergut des ehemaligen Baufeldes Koyne zusammen. Als schließlich der Horizont tonig-sandiger Kohle entdeckt wurde, glaubte man, die Kieselsäure schlechthin oder den Sandgehalt der

Kohle als ursächliches Moment gefunden zu haben. Tatsächlich hatten technologische [12] und mikroskopische Untersuchungen [11] den koksfestigkeitsabträglichen Einfluß schon von 2 bis 3 % Sandanteil nachgewiesen. Hierzu widersprechende Ergebnisse lieferten 1956 vorgenommene Schlitzprobenuntersuchungen aus den Tagebauen Koyne und Kleinleipisch [2]. Im Bereiche der *praktisch* auftretenden Sandgehalte konnte *Proportionalität* zur Koksfestigkeit erkannt werden (!), d. h., die sandreichsten Kohlen lieferten den festesten Koks (Bild 7). Wir wissen heute, daß die damals unter-

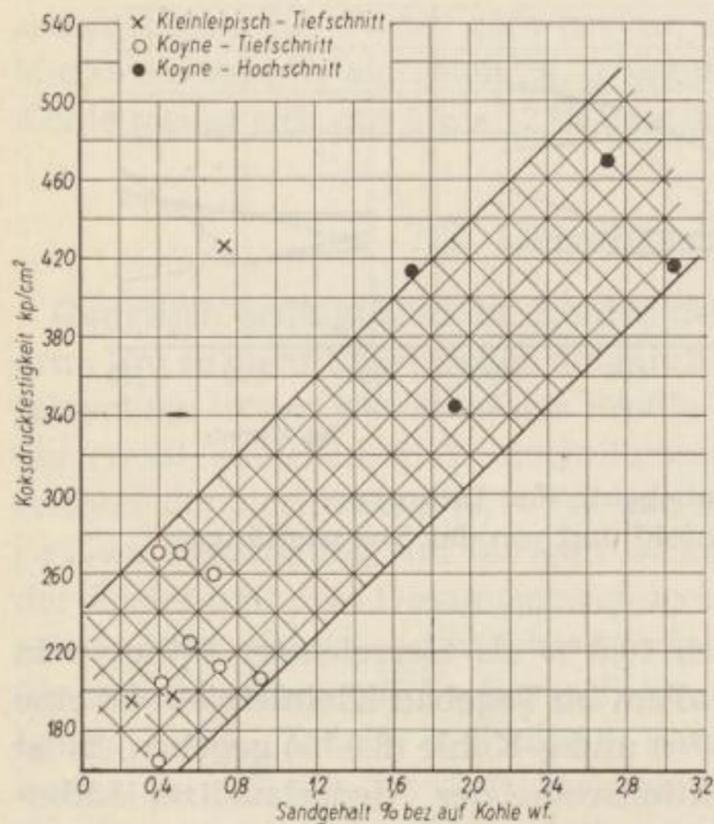


Bild 7. Beziehungen der Ausgangskohle und Sandgehalt zwischen Koksdruckfestigkeit

suchten „sandreichen“ Hochschnittkohlen aus ug-Fazies bestanden, welche inzwischen infolge der spezifischen Beschaffenheit des Humus als verkokungsfreundlich erkannt werden konnten. Nur sie sind in der Lage, größere Sandanteile ohne Festigkeitseinbußen in den Koks zu überführen, welche (Sandgehalte) für andere Lithotypen unabdingbar Minderungen der Koksfestigkeit nach sich ziehen. Grundsätzlich bestehen die Vorstellungen zu Recht, daß Sand den Koksverband stört. Es hängt lediglich vom Verhalten des Humus unter thermischer Beanspruchung und dem absoluten Anteil des Sandes und seiner Korngröße ab, inwiefern diese anorganische Komponente wirksam wird.

Wir müssen den Leser jedoch zum Stande der Erfahrungen des Jahres 1956 zurückführen. Die angedeuteten faziellen Beziehungen waren zu diesem Zeitpunkt noch nicht bekannt, und vor uns stand das Faktum des Koksqualitätseinbruches eben in jenem Tagebaustadium, als erstmalig tonig-sandige Kohle angetroffen wurde. Zur Klärung dieser Frage erfolgte eine quantitative mikroskopische Sandgehaltsbestimmung durch Auszählen der in 1 cm² Brikettanschlifffläche enthaltenen Kieselsäurepartikel. Unter-



Bild 8. Sandkorn mit breiten Korngrenzzissen —
BHT-Koks Lauchhammer; Hellfeld, $V = 100$



Bild 9. Sand und Koksfusit, durch breite Korngrenzzisse den Koksverband störend —
BHT-Koks Lauchhammer; Hellfeld, $V = 100$

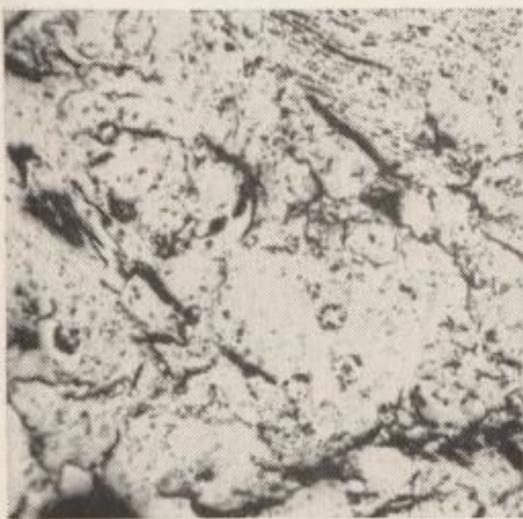


Bild 10. Guter Koksverband —
BHT-Koks Lauchhammer; Hellfeld, $V = 100$



Bild 11. Koksfusit
mit breiten Korngrenz-(Schwund-)rissen
BHT-Koks Lauchhammer; Hellfeld, $V = 100$

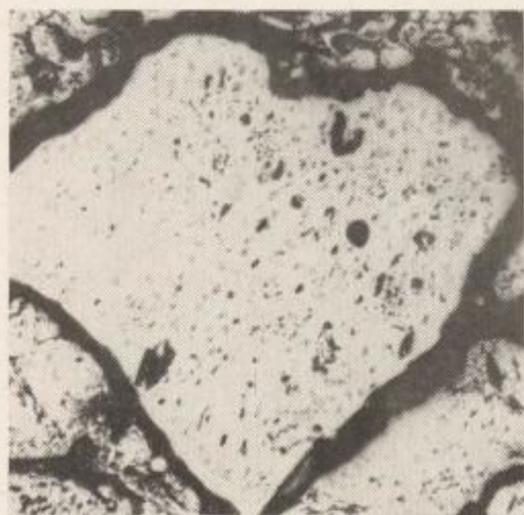


Bild 12. Koks aus stark vergeltem Humus —
BHT-Koks Lauchhammer; Hellfeld, $V = 100$



Bild 13. „Dopplerit“-Koks —
BHT-Koks Lauchhammer; Hellfeld, $V = 100$

sucht wurden 20 Koksbricketts aus den Jahren 1954, 1956 und 1957 (Tabelle 8), die Ergebnisse sind wie folgt zusammenzufassen:

Tabelle 8. Korngrößenbestimmung der in Verkokungsbricketts enthaltenen SiO_2 -Einlagerungen

Koks-Bricketts von	Sandkorn- anzahl (> 10) pro cm^2	Prozentuale Verteilung der SiO_2 -Partikel auf die Fraktion							
		10-35 μ	35-70 μ	70-140 μ	140-210 μ	210-280 μ	280-350 μ	350-420 μ	420-490 μ
März / April 1954	336	94,3	5,0	0,6	$< 0,1$	$< 0,1$	—	—	$< 0,1$
Oktober 1956	876	97,1	2,0	0,5	0,1	0,1	$< 0,1$	$< 0,1$	$< 0,1$
März 1957	544	97,0	2,1	0,7	$< 0,1$	$< 0,1$	$< 0,1$	$< 0,1$	$< 0,1$

Der Hauptanteil der Kieselsäurepartikel (wie *Jacob* [27] zutreffend bemerkt, kann man allein vom Standpunkt der Größenordnung nicht von „Sand“ sprechen) liegt in der Korngröße bis 10μ vor. Sie stören den Koksverband in keiner Weise, weshalb auf diesbezügliche Auswertungen verzichtet werden konnte. Das trifft mit nur wenigen Ausnahmen auch für Teilchen der Fraktion 10 bis 35μ zu. Sie bilden kein selbständiges Brickettkorn, ihnen fehlt der typische „Schwundhof“, wie er um echte Sandeinlagerungen ausgebildet ist (Bild 8 und 9). Die Bricketts aus der Produktion 1954 enthielten durchschnittlich 336 Kieselsäureteilchen $> 10 \mu$ je cm^2 Schlifffläche. Davon entfielen 94,3 % auf die technologisch bedeutungslose Fraktion 10 bis 35μ . Eine Beeinflussung des insgesamt vorzüglichen Koksverbandes (Bild 10) durch die restlichen 5,7 % Kieselsäureteilchen der Größenordnung 35 bis 490μ war nicht zu erkennen.

Die Bricketts des Jahres 1956 führen das 2,5- bis 3fache an SiO_2 -Teilchen gegenüber 1954. Da wiederum 97,1 % auf die Fraktion 10 bis 35μ entfallen, bleibt der Koksverband ohne diesseitige Beeinträchtigung. Wenige Toneinlagerungen fügen sich störungslos dem Koksgerüst ein. Erhebliche Störungen gehen hingegen von den im Vergleich zu 1954 ganz beachtlich gestiegenen Anteilen an Koksfusit (Bild 9 und 11) und schwefelkiesreichem doppleritischem Humus aus (Bild 12 und 13). Offensichtlich stammt hier schon das Rohkohlen-Fördergut aus dem Westteil des erweiterten Tagebaues Kleinleipisch.

Für Bricketts des Jahres 1957 ist ein erheblicher Rückgang der petrographisch und chemisch (Tabelle 9) ermittelten SiO_2 -Anteile bei gleicher Verteilung auf die Kornfraktionen zu verzeichnen. Dennoch sind der Koksverband und damit die Koksfestigkeit nicht günstiger. Damit schied die Möglichkeit einer ursächlichen Beziehung zwischen dem SiO_2 -Gehalt der Ein-

Tabelle 9. Petrographische und chemische Ergebnisse der „Sandgehaltsbestimmung“ an Koksbricketts aus den Jahren 1956 und 1957

Koksbricketts von	Kohlen- Aschegehalt [%] (wf)	Mikroskopisch bestimmte Sandkornanzahl ($> 10 \mu$) pro cm^2	Chemische Untersuchungsergebnisse		
			Gesamt- SiO_2 bezogen auf Kohle (wf)	gebundene SiO_2	freie SiO_2 („Sand“)
Oktober 1956	6,2	876	1,53	0,05	1,48
März 1957	4,8	544	0,64	0,06	0,58

satzkohle und dem Abfall der Koksqualität endgültig aus – die „Kieselsäurehypothese“ brach zusammen.

Zu klären blieb noch der direkte Einfluß der erstmalig aufgetretenen ts-Kohle. Laborbricketts erwiesen sich als stark rissig. Die mikroskopische Untersuchung zeigte große Mengen von stark vergeltem Humus, xylitische und detritische Bestandteile fehlten. In großen Mengen konnten Schwefelkies und scharfkantig-nadelige, epigenetische Kieselsäureteilchen $< 30 \mu$ beobachtet werden. Sie störten den Brikettverband nicht, gleiches gilt für die (wenigen) Toneinlagerungen. Der Laboratoriumskoks zeigte nur geringe Festigkeit, er war bereits in der Hand zerreiblich. Es besteht kaum ein Zweifel, daß die Einbeziehung dieser „Kohle“ in das Fördergut die Koksqualität mindert, als alleinige Ursache der Koksfestigkeitseinbußen während der Jahre 1956 und 1957 dürfte das Gewicht dieses Faktors nicht ausreichen.

Schließlich wurden noch die Sandgehalte der Proben des Jahres 1957 auf chemischem Wege ermittelt (Bild 14, Tabelle 6). Dabei zeigte sich, daß lediglich in ug-Kohlen mit Sandanteilen zu rechnen ist, welche Einfluß auf

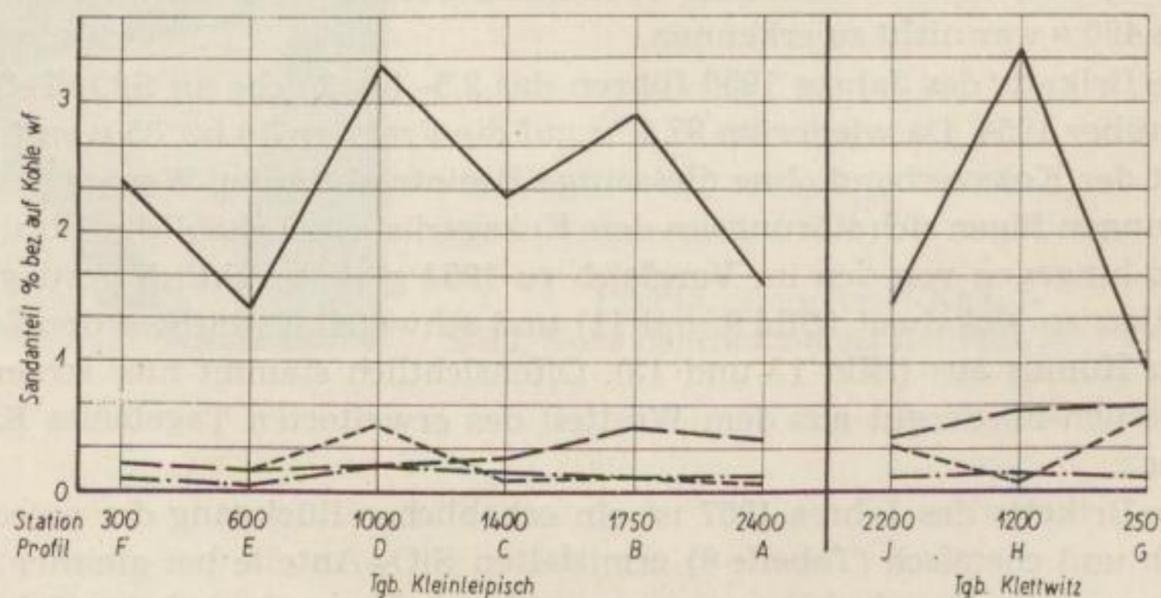


Bild 14. Mittlerer Sandgehalt der Lithotypen in Abhängigkeit vom Kohlenfeld und von der Strossenlänge

das Brikett- und Koksgefüge nehmen können. Gegenüber den im Durchschnitt 2,51 % Sand führenden ug-Kohlen sind die weiteren bedeutsamen Lithotypen fast kieselsäurefrei. Die erhebliche Sandanreicherung innerhalb der ug-Typen ist sowohl syngenetisch (scharfkantige Gelquarze < 35 μ) als auch epigenetisch (zumeist abgerundete Quarzkörner > 500 μ , auf feinsten Klüften aus dem Hangenden zugeführt, Abwurf vom Abraumbagger) zu erklären. Ungeschichtete Kohle nimmt die obersten Flözpartien ein, sie wurden zuerst von den genannten Formen der sekundären Verunreinigung betroffen. Regionale Tendenzen der Sandverteilung sind nicht erkennbar. Die hohen Sandgehalte in doppleritischer (2,68 %) und tonig-sandiger Kohle (30,80 %) können ebenso wie die Spitzenwerte der ug-Kohle (2,45 bis 6,86 %) zeitweilig durchaus auf die Güte des Koks einfluß nehmen; den langanhaltenden Koksqualitätseinbruch vermögen sie nicht zu erklären.

7.5. Al₂O₃ in Humatbindung

Es war von früheren Untersuchungen her bekannt, daß die Zusammensetzung der Niederlausitzer Asche keinen Einfluß auf die Brikett- und Kokseigenschaften ausübt [2]. So wurde die Ascheelementaranalyse lediglich in der Absicht in das Untersuchungsprogramm aufgenommen, die zu bearbeitenden Proben möglichst umfassend zu charakterisieren. Sehr bald zeigte sich jedoch ein wie es scheint sehr bedeutsames Ergebnis. Schon bei überschlägiger Betrachtung der Stoffgruppenanteile war zu erkennen, daß beträchtliche Anteile von Al₂O₃ nicht als Kaolinit, sondern adsorptiv als Al(OH)₃ oder chemisch als Aluminiumhumat gebunden sein müssen. Nach Untersuchungen von *Rammler* und *Jacob* [37, 38] wissen wir, daß derartige Bindungsformen in erster Linie auf die brikettier- und verkokungs-)feindlichen Gele ansprechen. Damit wird der in organischer Bindung festgelegte Al₂O₃-Anteil zu einem wichtigen Faziesindikator (Tabelle 6).

So konnte für keine der untersuchten ug-Kohlen der Fall nachgewiesen werden, wonach Al in metallorganischer Bindung vorliegt. Sg-Kohlen führen durchschnittlich 0,10 % (bezogen auf wasserfreie Kohle) und g-Kohlen nur 0,09 % humatgebundene oder adsorptiv festgesetzte Tonerde. Dabei zeigen sich keine wesentlichen Verschiedenheiten für die Proben der beiden Tagebaue; ohne daß lokale, aber eben nicht faziestypische Maxima übersehen werden sollen (Tabelle 6, Spalte 10). Praktisch im gleichen Streubereich der Merkmalswerte von sg- und g-Kohle, nur mit anderer Häufigkeitsverteilung, findet sich xylitische Fazies. Mit rund 0,31 % Al₂O₃ in organischer Bindung distanziert sie sich klar von allen weiteren Lithotypen. Selbst doppleritische und tonig-sandige Kohlen des Profils F führen gemäß Berechnung keine für Humusbindung verfügbare Tonerde. Aus den bisherigen Überlegungen ist abzuleiten, daß insbesondere die xylitischen Kohlen des Niederlausitzer Unterflözes mit hohen Anteilen an verarbeitungsschwierigen Humusgelen versehen sind. Wir werden später eine weitere Beweisführung antreten (7.8.).

7.6. Remissionsgrad

Die Bestimmung des Remissionsgrades von Niederlausitzer Kohlen steht vor der Schwierigkeit, daß nur geringe Helligkeitsdifferenzierungen der Lithotypen vorliegen.

Ug-Kohle ist mit durchschnittlich 5,4 ‰ R der hellste Lithotyp (Tabelle 7, Spalte 6). Im Sinne der Destruktionsreihe schließen sg-Kohle (4,8 ‰) und g-Kohle (4,6 ‰) an. Mit 5,0 ‰ Remission ist x-Kohle zwischen sg- und ug-Fazies zu finden. Im praktisch bedeutsamen Einzelfall stellen sich allerdings erhebliche Abweichungen ein (Bild 15). Die im W-Teil des Tagebaues Kleinleipisch noch erkennbare Fazies-Normalabfolge ug — sg — g wird in östlichen Lagerstättenteilen völlig umgestoßen. Dabei fallen die R-Werte der ug- und x-Kohle nach Osten zu stark ab. X- und g-Kohle zeigen insofern gegenläufiges Verhalten, als erstere im Bereich Kleinleipisch zu den hellsten, im Bereich Klettwitz aber zu den dunkelsten Vertretern zu rechnen ist, wogegen g-Kohle im Tagebau Kleinleipisch der dunkelste, im Tagebau Klettwitz einer der hellsten Lithotypen ist. G-Kohle von Kleinleipisch und x-Kohle von Klettwitz scheinen demnach stark vergelt zu sein.

Der R-Wert von do-Kohle des Profils F wurde zu 4,2 ‰, jener von ts-Kohle zu 6,6 ‰ (hoher Anteil von heller anorganischer Substanz) gemessen.

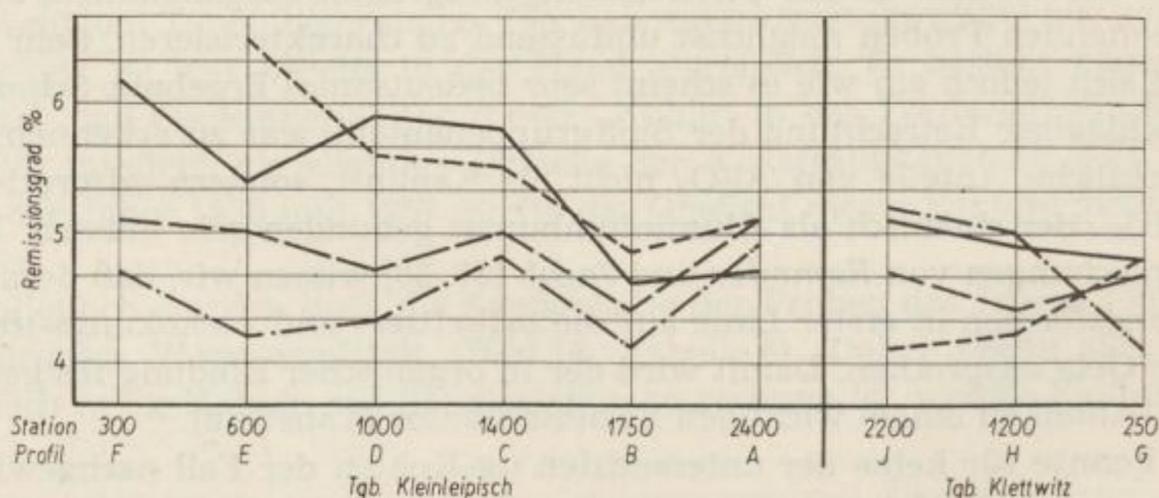


Bild 15. Mittlerer Remissionsgrad der Lithotypen in Abhängigkeit vom Kohlenfeld und von der Strossenlänge

7.7. Xylitgehalt

Bereits in den ersten Jahren der Kokserzeugung hatten sich die Vorstellungen über einen koksfestigkeitsabträglichen Einfluß von Reinxylit und solchem in betriebsüblichen Mischungen gefestigt [2, 6, 11]. In fazieller Hinsicht war diese Frage jedoch noch nicht geprüft worden, sie sollte im Rahmen unserer Untersuchungen geklärt werden. Allerdings — und das muß hier erwähnt werden — hatte sich schon 1957 in der Praxis die Erfahrung durchgesetzt, daß bei guter Mischung der unterschiedlich xylitführenden Kohlen ein Qualitätseinbruch, wie der zitierte, nicht zu erklären ist.

Die im statistischen Mittel ersichtliche Erhöhung des Xylitgehaltes von ug- (2,8 ‰) über sg- (4,5 ‰) und g-Kohle (6,3 ‰) zum xylitischen Lithotyp

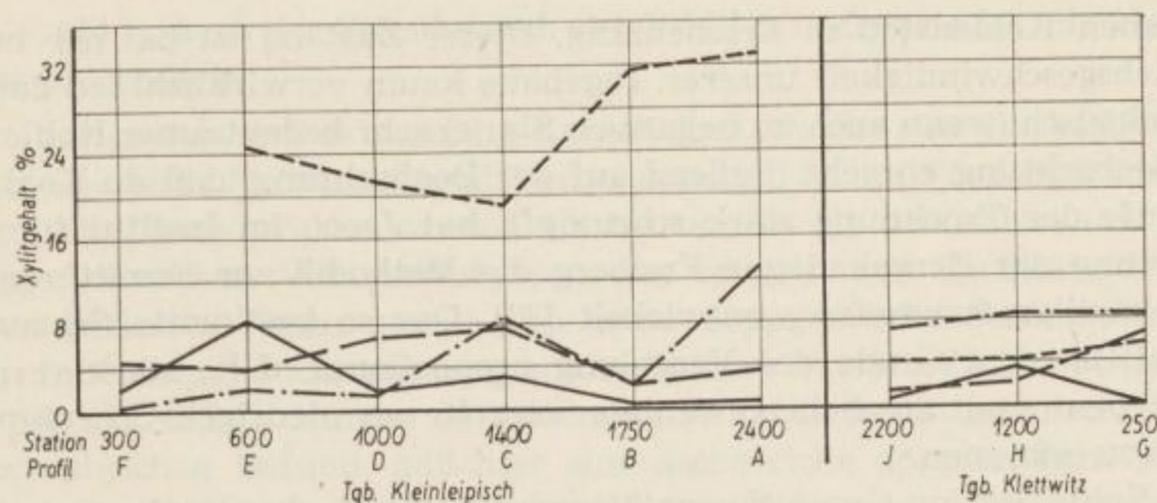


Bild 16. Mittlerer Xylitgehalt der Lithotypen in Abhängigkeit vom Kohlenfeld und von der Strossenlänge

(18,9 %) ist in den Fazies-Profillinien nicht wiederzufinden (Bild 16). Mit Ausnahme von x-Kohle des Tagebaues Kleinleipisch (Profilmittelwerte 18,9 bis 32,9 %) überschneiden sich die Gehalte aller weiteren Fazies im Bereich von 0 % bis 8 %. Im einzelnen überrascht die Xylitarmut in geschichteter Kohle vom Westteil des Tagebaues Kleinleipisch (0,4 bis 1,9 %) wie auch der x-Kohle des Tagebaues Klettwitz (3,9 bis 5,8 %). Hierin drückt sich die schon am Remissionsgrad erkennbare starke Vergelung der Kohle aus, wovon auch der überwiegende Anteil des fazieseigenen Xylits erfaßt worden ist. Auf Grund des abweichenden technologischen Verhaltens vergelter Xylite werden diese bekanntlich nicht in den „Xylitgehalt“ einbezogen [17, 18].

Insgesamt findet die dem Praktiker wohlbekanntere Erscheinung der stark absätzigen Xylitverteilung im Niederlausitzer Unterflöz eine eindrucksvolle Bestätigung. Hierbei ist zu bedenken, daß im Bild 16 Fazies-Mittelwerte dargestellt worden sind; die Einzelbestimmungen haben Xylitmengen von 0 % bis 60,2 % (!) ausgewiesen. Doppleritische Kohle des Profils F enthielt nur 1,1 %, tonig-sandige Kohle lediglich 0,2 % fossiles Holz.

Wir hatten oben erklärt, daß der lagerstättentypische Xylitanteil keinesfalls für den langfristigen Koksqualitätsrückgang der Jahre 1956 und 1957 verantwortlich gemacht werden kann. Das schließt nicht aus, daß bei ungünstiger Förderdisposition besonders xylitreiche Kohlen gewonnen werden müssen (z. B. Tiefschnitt-Ausbaggerkohle), welche durchaus kurzzeitige Koksfestigkeitsminderungen auslösen können.

7.8. Innenkapillarschrumpfung

Gemeinsam mit tonig-sandiger Kohle trat Anfang 1957 im Westteil des Tagebaues Kleinleipisch eine bis zu diesem Zeitpunkt hinsichtlich Ausdehnung und Mächtigkeit nicht bekannte Strate, bestehend aus doppleritischer Kohle, auf. Letztere zeichnet sich durch sehr ungünstige technologische Eigenschaften aus [11, 26]. Ihre kennzeichnenden Merkmale — schwarze Farbe, Pechglanz auf Bruchflächen, *starke Rissigkeit* — treten erst am luft-

trockenen Kohlenstoß in Erscheinung. Dieser Zustand ist bei der hohen Verhiebsgeschwindigkeit unserer Tagebaue kaum verwirklicht, so daß ein technologisch (wenn auch im negativen Sinne) sehr bedeutsamer Kohlentyp der Beobachtung entgeht. Fußend auf der Beobachtung, daß do-Kohle im Verlaufe der Trocknung stark schrumpft, hat Jacob im Institut für Brickettierung der Bergakademie Freiberg die Methodik zur Ermittlung der Innenkapillarschrumpfung entwickelt [33]. Das so bestimmte Schrumpfausmaß ist dem Grade der Vergelung proportional, d. h., stark vergelte Lithotypen sind an hohen, weniger vergelte an niedrigen Schrumpfbeträgen zu erkennen.

Ug-Kohle ist im Gesamtlagerstättendurchschnitt durch die geringsten Schrumpfbeträge ausgezeichnet, die Profilmittelwerte streuen lediglich zwischen 18,8 % und 23,9 % (Bild 17). Sg-Kohle steht mit einer um durchschnittlich 2 % höheren Schrumpfung zu Buche (Tabelle 7, Spalte 6), auch

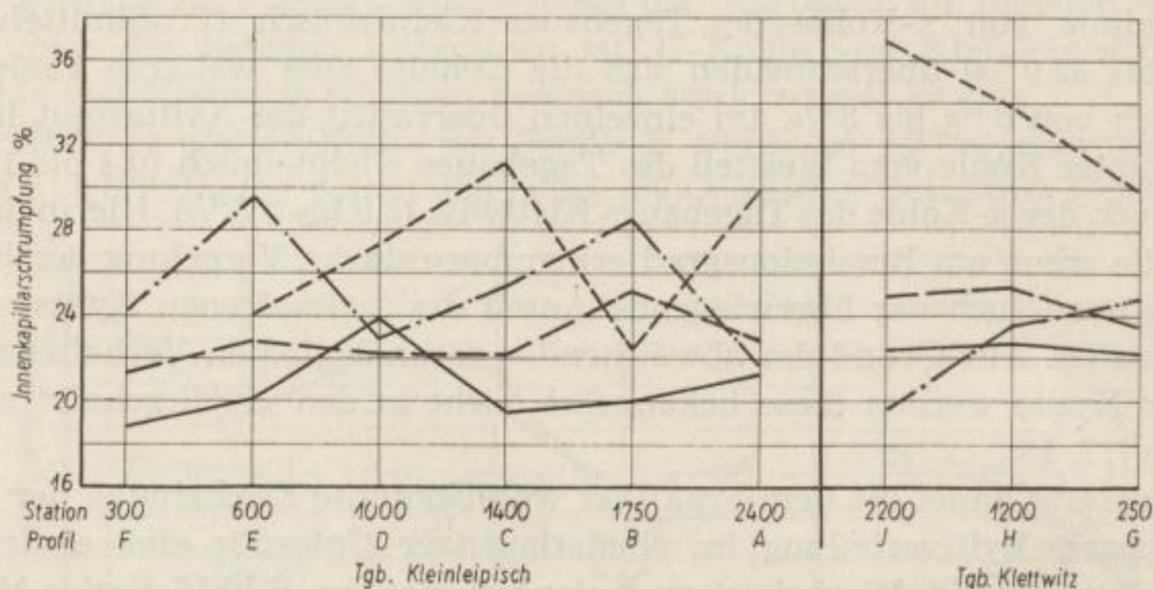


Bild 17. Mittlere Innenkapillarschrumpfung der Lithotypen in Abhängigkeit vom Kohlenfeld und von der Strossenlänge

hier bewegt sich die Streuung der Profilmittelwerte (21,3 bis 25,3 %) in einem sehr engen Rahmen, mit anderen Worten: Von seiten der schwachgeschichteten und ungeschichteten Kohle droht (bezogen auf den Tagebaustand z. Z. der Probenahme) dem BHT-Koks keine wesentliche Gefahr durch rasch wechselnde oder hohe Vergelungsgrade. Das Bild ändert sich für g-Kohle. Hier streuen die Profilmittelwerte von 19,5 bis 29,6 %, d. h., die Spanne der Merkmalswerte verhält sich zu jener von sg- und ug-Kohle wie 2,5 : 1. Hierbei ist zu beachten, daß geringe Schrumpfbeträge in der Regel auf xylitreiche Proben entfallen (Profile H und I), unvergelter Xylit schrumpft bei Trocknung nur sehr wenig. Grundsätzlich stellt sich im Tagebau Kleinleipisch der Linienzug von g- über sg- und ug-Kohlen ein, im Tagebau Klettwitz verbleibt er aus vorgenannten Gründen im Streubereich der Lithotypen höheren Zersetzungsgrades. Noch gegensätzlicher gestalten sich die Verhältnisse für x-Kohle. Nicht nur, daß mit 36,8 % Schrumpfung der Höchstwert unter allen vier genannten Fazies erreicht

wird (Profil I), auch der Streubereich der Profil-Mittelwerte ist mit 22,4 bis 36,8 % am größten.

Somit zeigt sich, daß es x- und g-Kohlen sind, welche eine starke Heterogenität bezüglich Xylitanteil und Vergelungsgrad in das Fördergut hineintragen. Als „reine“ Fazies werden sie Unruhe in die brikettier- und verkokungstechnischen Verarbeitungsprozesse bringen und Qualitätsschwankungen auslösen. Hinzu gesellt sich echte doppleritische Fazies, die mit 38,6 % Innenkapillarschrumpfung an der Spitze steht. Die 25,1 % Schrumpfung der nur 48,2 % Humus enthaltenden ts-Kohle bestätigen den mikro-petrographischen Befund, daß hier eine aschereiche doppleritische Kohle vorliegt. Beide Kohletypen sind durchaus in der Lage, die Verkokungseignung des Gesamtflözinhalt in Frage zu stellen.

Abschließend können wir noch auf eine bemerkenswerte Übereinstimmung der Ergebnisse mehrerer der vorgenannten Untersuchungsverfahren aufmerksam machen. Der niedrigste R-Wert von g-Kohle des Tagebaues Kleinleipisch und x-Fazies des Tagebaues Klettwitz bestätigt sich in hohen Vergelungsgraden. Diese wiederum erfaßten selbst die fossilen Hölzer, so daß nunmehr lediglich geringe (unvergelte) Xylitanteile vorliegen. Und letztlich deuteten die beträchtlichen humusgebundenen Al_2O_3 -Mengen schon auf die extreme Vergelung der basalen x-Kohle hin.

7.9. Mikrobotanische Faziesbestimmung

Einleitend wurde die Forderung nach exakter Abgrenzung der Kohlevarietäten erhoben. Die bisherigen Darlegungen lassen erkennen, daß die genannten (wie überhaupt sämtliche [2]) chemischen, physikochemischen und physikalischen Prüfverfahren dem nicht gerecht werden. Während der letzten Jahre setzte sich mehr und mehr die Erkenntnis durch, daß der wechselhafte Habitus der Braunkohlenvarietäten Ausdruck verschiedenartiger Genesis ist. Beeinflußt von endogenen tektonischen und exogenen physikalisch-chemischen Faktoren besiedelten unterschiedliche Pflanzenassoziationen die tertiären Torfmoore [31, 33, 39, 40, 41]. So lag es nahe, auch mikrobotanische Merkmale zur Faziesindikation heranzuziehen, nachdem bereits *Thiergart* [42] und *Hunger* [43], wenn auch unter anderen Gesichtspunkten, im 2. Niederlausitzer Flözhorizont mehrere offensichtlich faziesdifferenzierte Pollenspektren erkannt hatten. Den Ausgangspunkt unserer pollenanalytischen Untersuchungen bildete die Beobachtung, daß die Lithotypen durch voneinander abweichende Texturformen der Grundmasse makropetrographisch abzugrenzen sind. Diese Gefügebildung wird durch Geweberelikte aller Art verursacht. Unterstellt man, daß solche Gewebereste (auch Xylit) in erster Linie von Koniferen abstammen, dann muß im Pollenspektrum der x- und g-Kohlen die Dominanz dieser Pflanzengruppe erkennbar sein, wogegen den gewebearmen sg- und ug-Kohlen eher angiospermoide Herkunft zuzuordnen wäre. Dementsprechend wurden in den nach bekannter Mazerationsmethodik angefertigten Präparaten [31]

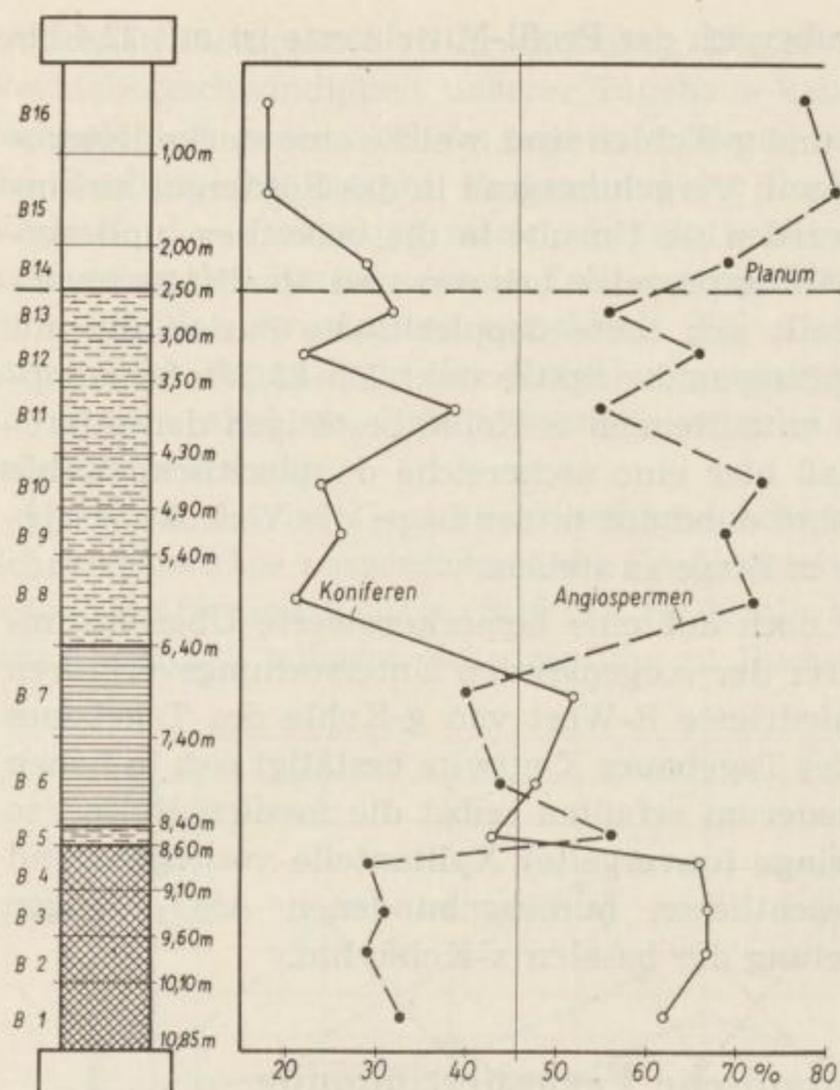


Bild 18. Angiospermen-Koniferen-Verhältnis, Tgb. Kleinleipisch — 14. 3. 1957

lediglich die großen Gruppen „Angiospermen“ und „Koniferen“ ausgezählt.

Das Ergebnis der pollenanalytischen Untersuchungen bestätigte unsere Überlegungen in befriedigender Weise (Bild 18). Tatsächlich erwiesen sich die xylitischen Kohlen als am stärksten koniferenbetont, g-Kohlen stehen dem nicht viel nach, trennen sich aber bereits eindeutig durch geringere Koniferenpollenprozentanteile ab (Tabelle 10 und 11). Von sg- zu ug-Kohle setzt sich diese Tendenz fort, wogegen umgekehrt proportional die Angiospermenpollenanteile rasch zunehmen. Genetisch folgerichtig ergibt sich

Tabelle 10. Sporomorphenanteile der Faziesproben aus dem Tagebau Kleinleipisch, Profil B, I.–II. Quartal 1957

Tagebau-Profil	Fazies	Koniferen [$\%$]	Angiospermen [$\%$]	Durchschnittswerte	
				Koniferen [$\%$]	Angiospermen [$\%$]
Kleinleipisch Profil B	x	62,0–66,0	29,0–33,0	65,5	30,0
	g	48,0–52,0	40,0–44,0	50,0	42,0
	sg	21,0–43,0	55,0–73,0	29,5	63,8
	ug	18,0–29,0	69,0–81,0	21,6	76,0

Tabelle 11. Bereiche der Faziestypen hinsichtlich ihrer Sporomorphenanteile in den Tagebauen Kleinleipisch und Klettwitz

Sporomorphen	Lithotyp	schwach-			Tagebau
		xylitische Kohle	geschichtete Kohle	geschichtete Kohle	
Koniferen		72,5–52,0	53,5–39,2	43,5–29,5	Kleinleipisch
Angiospermen		23,0–34,0	37,0–51,5	49,5–33,8	
Koniferen		61,5–61,0	56,6–49,2	45,1–34,7	Klettwitz
Angiospermen		31,0–32,0	41,0–48,2	51,1–59,7	

demnach: Der Anteil an Geweberesten ist dem Koniferenanteil in der Torf- fazies direkt proportional, bezüglich der angiospermoiden Gewächse stellen sich umgekehrte Verhältnisse ein. Damit können g- und x-Lithotypen als „Koniferenkohlen“, sg- und ug-Fazies als „Angiospermenkohlen“ voneinander getrennt werden. Ohne hier auf weitere Einzelergebnisse der Profil- untersuchungen eingehen zu wollen, darf verallgemeinert werden:

1. Die vorgenannten Zusammenhänge zwischen dem makropetrographisch abgrenzbaren Kohletyp und der Torfmoorflora sind auf alle Teillager- stätten des 2. Niederlausitzer Flözhorizontes übertragbar.
2. Die Anteile von Angiospermen- und Koniferensporomorphen – das *Angiospermen-Koniferen-Verhältnis* – stellen die bisher beste quantitative Ergänzung des qualitativen Makrobefundes dar.

Die vorstehenden Ausführungen finden eine Bestätigung durch die Sporomorphen-Mittelwerte der vier hauptsächlichen Lithotypen (Bild 19). Für beide untersuchten Tagebaue präsentiert sich ein „Sporomorphenkreuz“, dessen Arme die genetisch bedingte Faziesabfolge charakterisieren. Der von x- zu ug-Kohle aufsteigende Angiospermenast fixiert die zunehmende Destruktion (und steigende rohstoffliche Homogenität) der Humussubstanz, der von ug- zu x-Kohle ansteigende Koniferenast indiziert die abnehmende Destruktion (und zurückgehende rohstoffliche Homogenität) der fraglichen Brennsteine. Der Schnittpunkt beider Sporomorphenäste liegt stets zwischen 45 und 50 ‰.

Bereits am Beispiel der Tabelle 10 zeigte sich, daß auch mittels des Angio- spermen-Koniferen-Verhältnisses keine mathematisch-exakte Abgrenzung der Lithotypen herbeigeführt werden kann. Das zu erwarten, hieße, die tatsächlichen Gegebenheiten der rohstofflichen Ausbildung der Braun- kohlenlagerstätte zu verkennen. Fließende Übergänge zwischen genetisch verwandten Lithotypen und das beschränkte Unterscheidungsvermögen der Menschen bedingen dazu Vereinfachungen, die zu Streuungen führen. Dem- entsprechend ergeben sich bei den nach Tagebauen zusammengefaßten Er- gebnissen unserer pollenanalytischen Untersuchungen gewisse Überschnei-

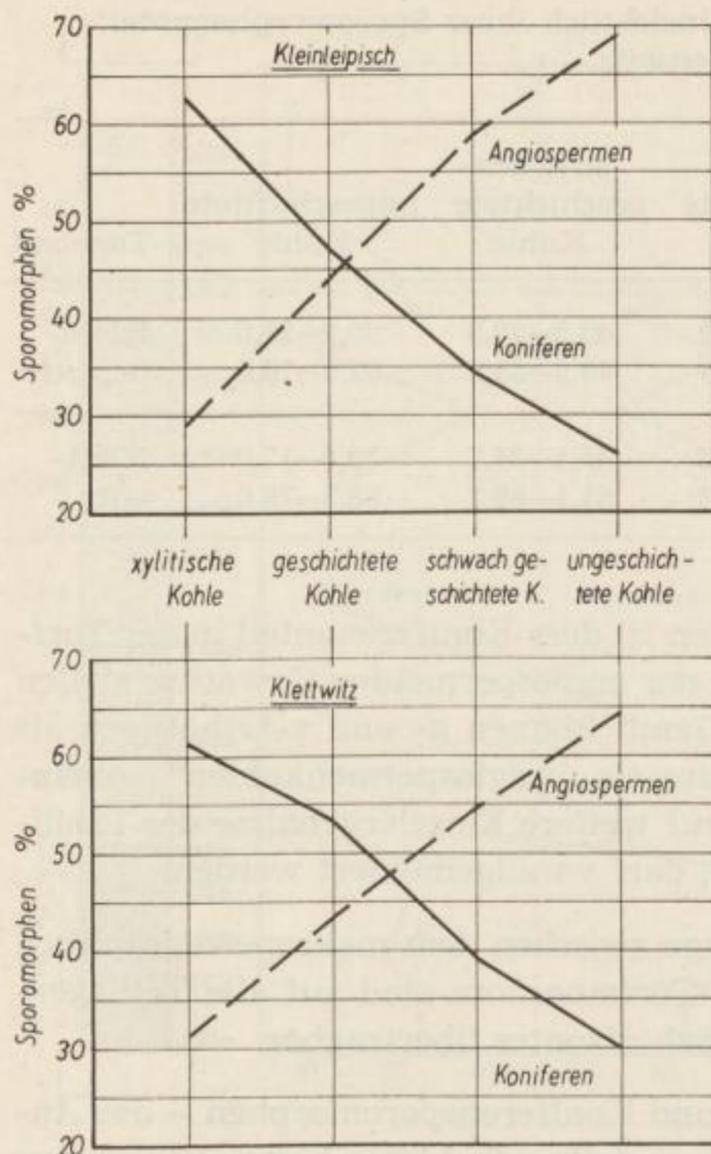


Bild 19. Mittlere Koniferen- und Angiospermenanteile der Lithotypen im Tgb. Kleinleipisch und Klettwitz

dungen der Sporomorphen-Merkmalsbereiche bestimmter Lithotypen (Tabelle 11). Sie schränken die Bedeutung dieser neuen Methodik in keiner Weise ein. Nicht der absolute Einzelwert ist maßgebend für die endgültige Festlegung des Faziestyps, sondern sein Verhältnis zu den weiteren Ergebnissen des jeweiligen Flözprofils.

Darüber hinaus zeigt Tabelle 7 und 11, daß selbst zwischen den Sporomorphen-Merkmalsbereichen und -Mittelwerten gleicher Lithotypen, aber verschiedener Kohlenfelder keine unbedingte Übereinstimmung besteht. Jüngere Untersuchungen lehren, daß sich hierhin gewisse regionale Abhängigkeiten andeuten. Wesentlich für unsere Betrachtungen ist die Erkenntnis, daß die für das betreffende Kohlenfeld einmal festgelegte Fazies-Skala der Sporomorphenanteile Gültigkeit behält. Im übrigen hat es sich bewährt, dem Angiospermen-Koniferen-Verhältnis durch Ermittlung des Quotienten Ausdruck zu verleihen (Tabelle 7). „Angiospermenkohlen“ treten bei nur wenigen Ausnahmen mit Werten > 1 , „Koniferenkohlen“ mit Kennziffern < 1 in Erscheinung. Gleichzeitig werden dabei die zumeist faziesuntypischen Streuungen einiger Sporomorphengruppenbestimmungen weitestgehend unterdrückt.

Schließlich sind die Anteile beider Sporomorphengruppen in regionaler Abhängigkeit noch kurz zu erläutern (Bild 20 und 21). Was bei keinem der bisher genannten Untersuchungsverfahren nachweisbar war, hier wird es Wirklichkeit: Die Verteilungslinien aller vier Kohletypen trennen sich ohne jegliche Überschneidung in genetisch folgerichtiger Weise von x- über g- und sg- zu ug-Kohle. In gleicher Reihenfolge fällt der Koniferenanteil stark ab, die Angiospermen treten an ihre Stelle.

Mit 64 % Koniferenpollenbeteiligung ist die genetische Stellung der tonig-sandigen Kohle klar bewiesen, für echte doppleritische Kohle des Profils F ist das Angiospermen-Koniferen-Verhältnis nicht kennzeich-

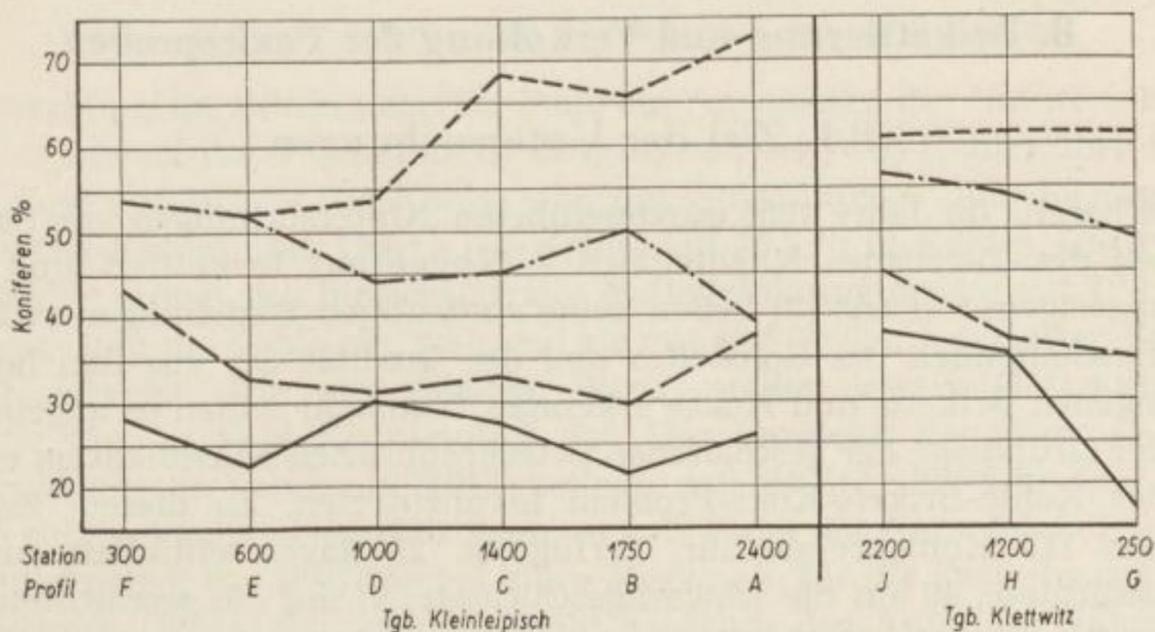


Bild 20. Mittlerer Koniferenanteil der Lithotypen in Abhängigkeit vom Kohlenfeld und von der Strossenlänge

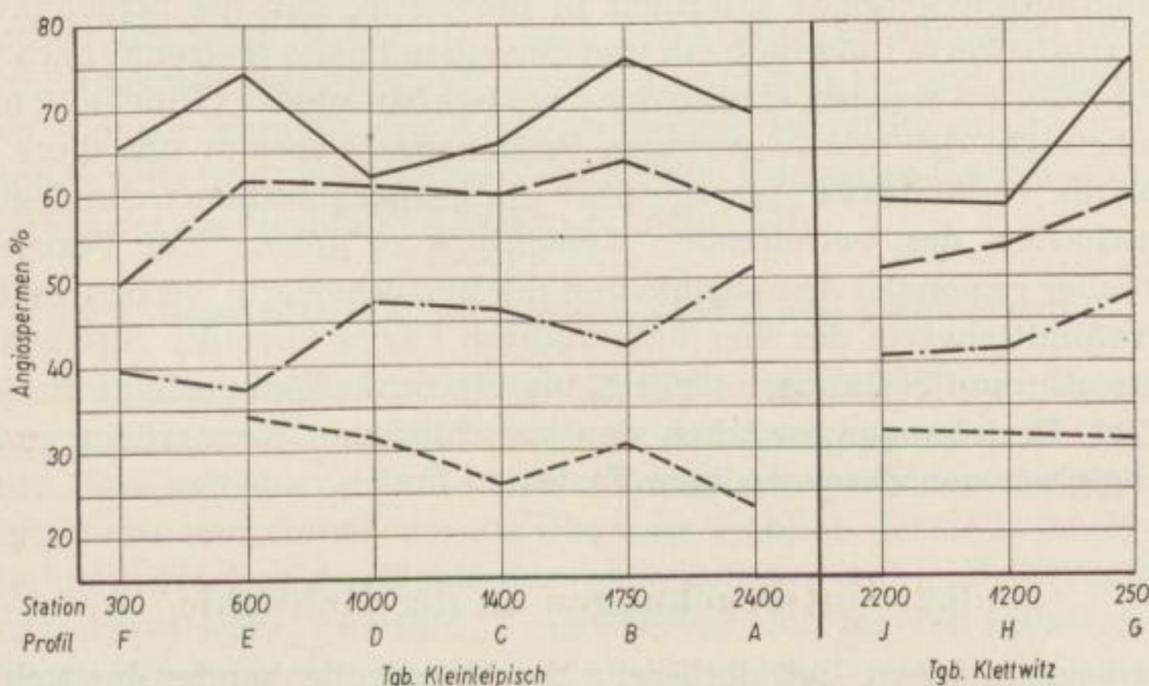


Bild 21. Mittlerer Angiospermenanteil der Lithotypen in Abhängigkeit vom Kohlenfeld und von der Strossenlänge

nend. Hier müssen diffiziler aufgeschlüsselte Sporomorphengruppen zur Beurteilung herangezogen werden. Im übrigen ist die Indikation beider Kohletypen auf physikalisch-chemischem Wege einfacher vorzunehmen.

Abschließend kann gesagt werden, daß die Bestimmung des Angiospermen-Koniferen-Verhältnisses von allen bisher angewandten Untersuchungsverfahren die beste Faziesindikation abgibt. Diese Methodik gewinnt vor allem in den Kohlenfeldern an Bedeutung, die zur BHT-Koks-Herstellung in Frage kommen, da hier (wie sich noch zeigen wird) eine quantitative Abgrenzung der Faziesgruppen „ug—sg“ und „g—x“ von praktischer Bedeutung ist.

8. Brikettierung und Verkokung der Faziesproben

8.1. Ziel der Untersuchungen

Die bereits im Jahre 1956 durchgeführten „Untersuchungen von Schlitzproben des Tagebaues Kleinleipisch — Koyne auf Brikettier- und Verkokungseigenschaften“ [2] ließen keine eindeutigen Beziehungen zwischen der Beschaffenheit des Rohstoffes und der Qualität der aus ihm hervorgegangenen Briketts und Kokse erkennen. Nunmehr schien es angebracht, auf der Grundlage der geschaffenen petrographischen Klassifikation erneut an das Kohle-Brikett-Koks-Problem heranzutreten. Zu diesem Zwecke standen 115 Kohleproben zur Verfügung. 28 davon entfallen auf die ungeschichtete, 40 auf die schwachgeschichtete, 27 auf die geschichtete und 18 auf die xylitische Kohle. Die tonig-sandige und doppleritische Fazies ist je einmal vertreten.

Analog zur petrologischen Untersuchung erfolgte die Bearbeitung der örtlich auseinanderliegenden Tagebaue getrennt. Die Besprechung der Untersuchungsergebnisse geschieht in der Form, daß die Schwankungen der Versuchswerte innerhalb ein und derselben Fazies (getrennt nach Tagebauen) erläutert werden, ebenso der jeweilige Mittelwert (Tabelle 12 bis 16). In Anbetracht der relativ geringen Probenanzahl scheint uns diese Maßnahme die verlässlichste Aussage über die grundsätzlichen technologischen Eigenschaften des betreffenden Kohlentyps zu geben. Zur Feststellung eventueller regionaler Abhängigkeiten der Versuchswerte werden weiterhin die Profilmittelwerte der vier untersuchten Fazies über der Strossenlänge aufgetragen und besprochen (Bild 22 bis 46). Schließlich verfolgt die Arbeit das Ziel, Beziehungen zwischen den verschiedenen Kenngrößen und der Abhängigkeit von der jeweiligen Fazies zu finden.

8.2. Untersuchungen an der Rohkohle

Es ist anzunehmen, daß die Breite des Korngrößenbandes der Rohkohle und die Verteilung der Anteile des Gekörnes auf die Intervalle innerhalb dieses Bandes schon im Flöz mehr oder weniger vorgeprägt ist. Insoweit

stellt das Gewinnen der Kohle aus einem Schlitz nur ein Herauslösen aus dem Flözverband dar, wobei die Kohle längs der bestehenden Schwächeflächen, also längs der Flächen geringster Kohäsion, zerfällt. Dieser natürlichen Zerkleinerung überlagert sich eine künstliche Zerkleinerung durch das Hacken, bei dem eine Teilung von Stücken auch längs Flächen stärkerer Kohäsion eintreten kann. In diesem Anteil des Gewinnungsvorganges kann sich ein subjektives Moment (mehr oder minder große Geschicklichkeit und Anstrengung beim Hacken) geltend machen. Die „Selbstzerkleinerung“ der Kohle dürfte zwar von den Eigenschaften der Lithotypen beeinflusst werden, sie dürfte aber nicht unbedingt arttypisch sein, da örtliche Einflüsse (z. B. glazialtektonische) die Zusammenhänge verwischen können.

8.2.1. Naturfeinkorn- und Stückgehalt des Schlitzgutes

Immerhin zeigt sich in unserem Falle ein Anwachsen des Naturfeinkorngehaltes (Anteil unter 6 mm im Schlitzgut) von 4,4 % (g-Kohle) über 4,8 % (sg-Kohle) auf 10,5 % (ug-Kohle) und des Stückanteiles über 60 mm von 51,6 % (ug-Kohle) über 72,6 % (sg-Kohle) auf 78,2 % (g-Kohle). Die xylitische Kohle ordnet sich hinsichtlich des Naturfeinkorngehaltes mit 7 % zwischen sg- und ug-Kohle ein, während sie mit 49,6 % den niedrigsten Stückanteil aufweist. Die angegebenen Werte stellen jeweils Gesamtdurchschnitte für das Feld Kleinleipisch dar. Der Vergleich der Minimal- und Maximalwerte in Tabelle 12 läßt erkennen, daß die Streubereiche der Lithotypen sich weitgehend durchdringen, so daß weder der Naturfeinkorn- noch der Stückgehalt des Schlitzgutes klare Merkmale für die Faziesbeurteilung sein können. Hoher Sandgehalt erhöht natürlich den Anfall an Naturfeinkorn (ts-Kohle); Vergelung oder hoher Xylitanteil setzen ihn herab (Flözchnitte A, C, H und I).

Eine Beziehung zwischen dem Naturfeinkorn- und dem Stückanteil einerseits, der Härte der Kohle andererseits scheint für das Kleinleipischer Feld wahrscheinlich. Doch muß man – nach den breiten Erfahrungen des Institutes für Brikettierung an einer großen Anzahl von in- und ausländischen Kohlen – davor warnen, eine solche Beziehung zu verallgemeinern. In der Tat sind bereits beim Klettwitzer Feld infolge glazigener Beeinflussung des Flözverbandes die Verhältnisse sehr undurchsichtig.

8.2.2. Überlaufanteil beim ersten Zyklus der Zerkleinerung

Alles Gut über 6 mm wurde einer Hammermühle (400 mm Rotorkreis-Durchmesser; $n = 1200 \text{ min}^{-1}$; Spaltweite des Austragsrostes: 10 mm) aufgegeben. Das gemahlene Gut siebte man auf einem Federschwingsieb ab und ermittelte den Anteil, der als Überlauf verblieb. Er stellt ein Maß für die Zerkleinerbarkeit der Kohle dar, ohne daß damit die „Brikettierhärte“ gekennzeichnet wäre. Aus Bild 22 geht hervor, daß bei den Lithotypen des Tagebaues Klettwitz sich eine strenge Ordnung insofern einstellt, als durchweg der Überlaufanteil am größten bei der xylitischen Kohle ist, worauf geschichtete und alsdann schwach geschichtete Kohle folgen; die unge-

Tabelle 12. Ergebnisse der laboratoriumsmäßigen Aufbereitung und Untersuchung der Rohkohlen

38

Kenngröße	Dimen- sion	Minimalwerte				Maximalwerte				Faziesmittelwerte					
		ug	sg	g	x	ug	sg	g	x	ug	sg	g	x	ts	do
Natur- feinkorn ¹	[%]	5,0	1,2	1,4	3,8	18,6	13,2	8,6	14,8	10,45	4,81	4,41	7,04	17,4	8,3
Natur- feinkorn ²	[%]	6,1	1,8	2,6	5,6	20,0	21,2	15,6	13,4	9,46	10,03	6,20	7,90	—	—
Anteil + 60 mm	[%]	29,4	42,9	57,7	12,1	74,8	92,7	91,7	69,6	51,67	72,56	78,16	49,58	38,9	55,5
Anteil + 60 mm	[%]	22,6	18,9	34,6	40,8	75,4	90,0	88,0	69,0	61,2	60,79	73,28	57,98	—	—
1. Überlauf auf der Hammer- mühle	[%]	2,6	4,7	5,4	1,2	12,5	23,6	21,1	28,0	7,41	12,47	13,94	14,03	6,9	16,3
1. Überlauf auf der Hammer- mühle	[%]	5,4	3,1	6,5	14,0	9,8	13,3	20,3	20,3	6,82	8,75	12,25	17,85	—	—
2. Überlauf auf der Hammer- mühle	[%]	0,05	0,1	0,4	0,05	2,1	7,7	4,6	9,0	0,59	1,79	2,28	2,83	0,3	5,1
2. Überlauf auf der Hammer- mühle	[%]	0,02	0,03	0,2	2,9	1,0	1,7	5,7	5,5	0,60	0,86	1,57	4,0	—	—
Mittl. Korngröße der Rohkohle 0-6 mm	[mm]	1,80	1,80	1,73	1,18	2,36	2,80	2,65	2,52	2,12	2,27	2,27	2,04	2,15	2,90

Brikettierung und Verkockung der Faziesproben

Mittl. Korngröße der Rohkohle 0-6 mm	[mm]	1,79	1,67	1,88	2,17	2,46	2,34	2,42	2,44	2,04	2,16	2,14	2,32	—	—
Wassergehalt der Rohkohle 0-6 mm	[%]	53,8	56,4	55,0	52,0	57,1	59,2	60,4	60,1	55,4	57,8	58,3	56,2	42,4	54,0
Wassergehalt der Rohkohle 0-6 mm	[%]	56,7	54,8	55,8	56,6	59,6	59,5	60,1	59,6	57,6	57,7	58,0	58,4	—	—
Schüttdichte der Rohkohle 0-6 mm (Schüttgefäß)	[g/cm ³]	0,539	0,518	0,470	0,427	0,626	0,663	0,561	0,562	0,597	0,559	0,531	0,488	0,743	0,599
Schüttdichte der Rohkohle 0-6 mm (Schüttgefäß)	[g/cm ³]	0,581	0,522	0,477	0,537	0,612	0,619	0,571	0,577	0,593	0,570	0,522	0,554	—	—

¹ Kleinleipisch² Klettwitz

Untersuchungen an der Rohkohle

39

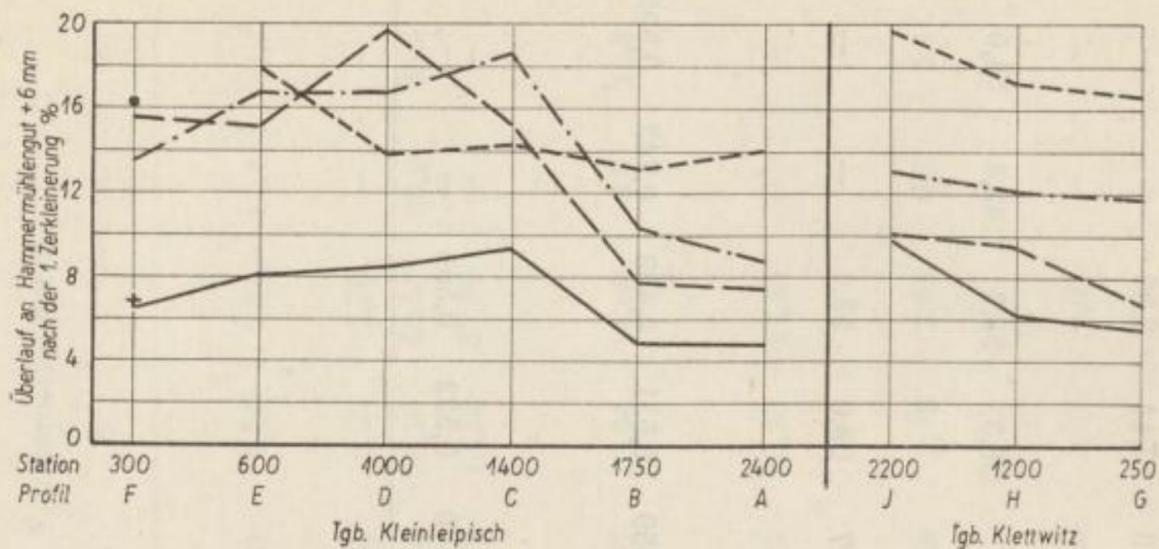


Bild 22

Mittlerer Überlauf an Hammermühlengut + 6 mm nach der 1. Zerkleinerung in Abhängigkeit vom Kohlenfeld und von der Strossenlänge

schichtete Kohle ist stets die bestzerkleinerbare. Letzteres ist auch für den Tagebau Kleinleipisch festzustellen. Jedoch ist hier die klare Folge x-g-sg-ug in der Höhe des Überlaufanteiles nur im Bereich der Strossenlängen 1750 bis 2400 m verwirklicht, während im Bereich kleinerer Strossenlängen die Linienzüge für x-, g- und sg-Kohle durcheinanderlaufen. Betrachtet man den Verlauf der Linienzüge in Bild 22, so ist zu entnehmen, daß für die x- und ug-Kohle kein ausgesprochener Trend besteht, während sg- und g-Kohle im Westen ungünstigere Zerkleinerbarkeit als im Osten aufweist.

8.2.3. Mittlere Korngröße der Brikettierrohfeinkohle

Man hätte erwarten können, daß die in Bild 22 so deutlich hervortretende Differenzierung der Lithotypen nach der Zerkleinerbarkeit sich mindestens in gleichem Maße in den mittleren Korngrößen der auf 0 bis 6 mm zerkleinerten Kohle (Gemisch von Naturfeinkorn und durch Zerkleinerung erhaltenem Kunstfeinkorn) aussprechen würde. Dies ist aber leider nicht der Fall (Bild 23). Betrachtet man die Faziesmittelwerte und läßt zunächst

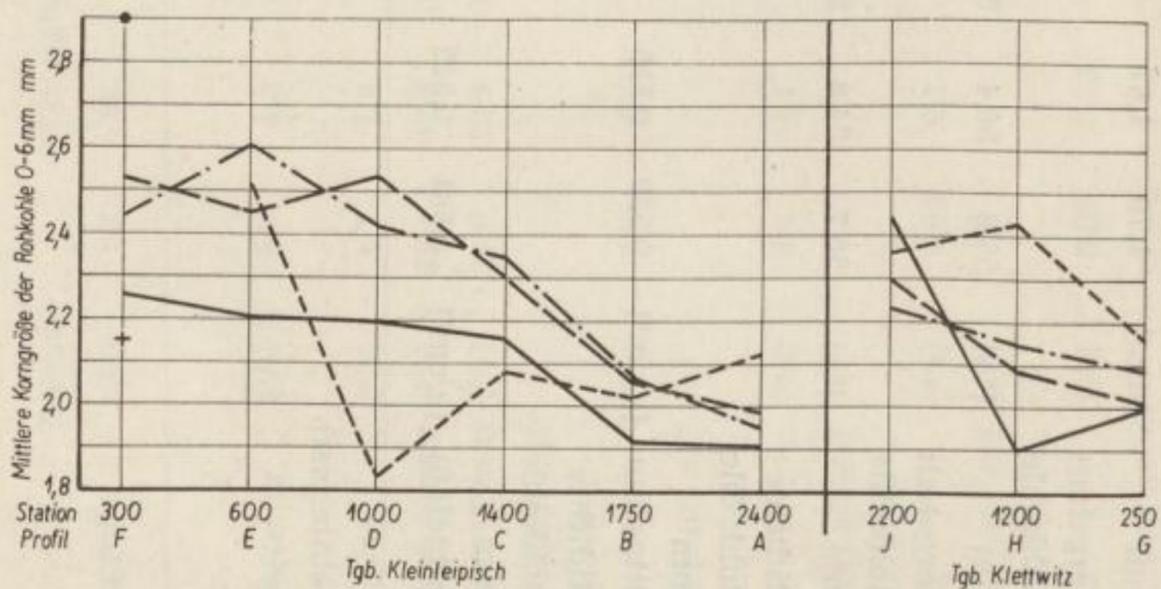


Bild 23. Mittlere Korngrößen der Rohkohle 0 bis 6 mm der Lithotypen in Abhängigkeit vom Kohlenfeld und von der Strossenlänge

die wegen ihrer variablen Eigenschaften sich schwer in eine Ordnung einfügende x-Kohle außer Betracht, so liefert zwar in beiden Kohlenfeldern die ungeschichtete Kohle die feinste Brikettierkohle; zwischen sg- und g-Kohle stellt sich hingegen praktisch kein Unterschied ein. Der x-Typ liefert in einem Fall (Kleinleipisch) die feinste, im anderen (Klettwitz) die gröbste Brikettierfeinkohle, wenn die Feinheit durch die auf übliche Weise berechnete mittlere Korngröße gekennzeichnet wird.

8.2.4. Wassergehalt der Rohkohle 0 bis 6 mm

Die Bestimmung des Wassergehaltes erfolgte nach der Xylolmethode.

Die Rohkohlenwassergehalte zeigen keine Abhängigkeiten von der Strossenlänge. Die Faziesmittelwerte betragen 55,4 % / 57,6 % für ug-Kohle¹, 57,8 % / 57,7 % für sg-Kohle, 58,3 % / 58,0 % für g-Kohle und 56,2 % / 58,4 % für x-Kohle, d. h., zwischen Destruktionsgrad und Wassergehalt besteht umgekehrte Proportionalität (Tabelle 12). X-Kohle von Kleinleipisch ist hiervon auszuschließen, sie steht wertemäßig zwischen ug- und sg-Kohle. Doppleritische Kohle hat mit 54,0 % einen relativ niedrigen Wassergehalt, die ts-Fazies erreicht auf Grund des hohen Mineralgehaltes mit 42,4 % Wasser das absolute Minimum. Die Streubreite der Fazieseinzelnwerte ist mit maximal 8 % (x-Kohle) sehr groß. Das unterbindet erneut eine sich gegenseitig ausschließende Zuordnung bestimmter Wassergehaltsbereiche zu definierten Lithotypen.

8.2.5. Schüttdichte

In Bild 24 sind die Ergebnisse der mittels Schüttgefäß von 20 cm Kantenlänge durchgeführten Schüttdichtebestimmungen an der Rohkohle 0 bis 6 mm in Abhängigkeit von der Strossenlänge getrennt nach Fazies dargestellt.

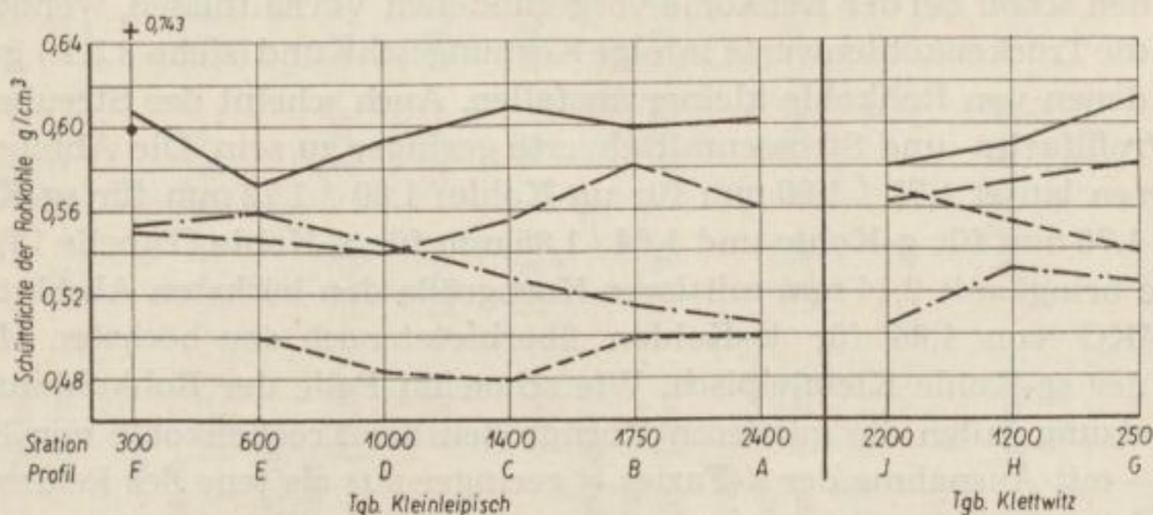


Bild 24. Schüttdichte der Rohkohle 0 bis 6 mm (Schüttgefäß) der Lithotypen in Abhängigkeit vom Kohlenfeld und von der Strossenlänge

¹ Hier und im folgenden gilt: erster Wert „Kleinleipisch“, zweiter Wert „Klettwitz“.

Regionale Tendenzen ergeben sich für sg- und g-Kohlen, deren Schüttdichten von West nach Ost gegenläufiges Verhalten zeigen. Im ersten Falle ist ein Anstieg von $0,550 \text{ g/cm}^3$ auf $0,581 \text{ g/cm}^3$, im letzteren ein (nur auf Kleinleipisch beschränkter) Rückgang von $0,556 \text{ g/cm}^3$ auf $0,503 \text{ g/cm}^3$ zu notieren (Bild 24). Legt man die Kleinleipisch-Werte zugrunde, dann lautet mit steigender Schüttdichte die Faziesabfolge wie gewohnt $x - g - sg - ug$: $0,488 / 0,554 \text{ g/cm}^3$; $0,531 / 0,522 \text{ g/cm}^3$; $0,559 / 0,570 \text{ g/cm}^3$; $0,597 / 0,593 \text{ g/cm}^3$ (Tabelle 12). Im Feldesteil Klettwitz rangiert die stark vergelte x-Kohle allerdings zwischen g- und sg-Fazies. Die faziesgebundene Änderung der Schüttdichte ist durch eine veränderliche Kornform und somit variables Lückenvolumen bedingt. X- und g-Kohlen brechen faserig-plattig, ug- und sg-Kohlen körnig, da nur wenig Pflanzenrelikte den Bruch stören. Nur für do- ($0,599 \text{ g/cm}^3$) und ts-Kohle ($0,743 \text{ g/cm}^3$) sind – im Verein mit x-Kohle von Klettwitz – die hohen Zahlenwerte durch Unterschiede in der Dichte der Substanz zu erklären.

Erstmals kann am Beispiel der Schüttdichten von Klettwitz-Kohlen ein gegenseitiger Ausschluß von Einzelwerten festgestellt werden. Ug-Kohle mit Werten zwischen $0,581$ und $0,612 \text{ g/cm}^3$ schließt x- und g-Kohle mit Werten zwischen $0,537$ und $0,577 \text{ g/cm}^3$ bzw. $0,477$ und $0,571 \text{ g/cm}^3$ mit Sicherheit aus.

8.3. Untersuchungen an der Trockenkohle und dem Brikettiergut

8.3.1. Mittlere Korngröße der Trockenkohle 0 bis 6 mm

Die für die Herstellung von Laboratoriumsbriketts notwendige Kohlenmenge 0 bis 6 mm trocknete man im elektrisch beheizten Trockenschrank auf einen Wassergehalt von 10 bis 11 %. Für die Siebanalyse der Trockenkohle diente der gleiche Siebsatz wie bei der Rohkohle (6-, 5-, 4-, 3-, 2-mm-Rundlochsieb; 1,5-; 1,0-; 0,75-; 0,5- und 0,25-mm-Quadratmaschensieb).

Die faziesbedingten Beziehungen der MKG von Trockenkohle entsprechen den schon bei der Rohkohle vorgefundenen Verhältnissen, wenngleich auch die Trockenkohlenwerte infolge Körnungsschwund (siehe 8.3.2.) gegenüber denen von Rohkohle kleiner ausfallen. Auch scheint der Streubereich der Profilfazies- und Strossenmittelwerte geringer zu sein. Die Abfolge der letzteren lautet $1,73 / 1,60 \text{ mm}$ für ug-Kohle; $1,80 / 1,72 \text{ mm}$ für sg-Kohle; $1,79 / 1,76 \text{ mm}$ für g-Kohle und $1,64 / 1,85 \text{ mm}$ für x-Kohle (Tabelle 13). Do-Kohle bringt mit $2,14 \text{ mm}$ mittlerer Korngröße den höchsten Absolutwert, die MKG von $1,84$ für ts-Kohlen überbietet noch den höchsten Mittelwert der sg-Kohle Kleinleipisch. Wie schon im Falle der Rohkohlezusammensetzung fallen die mittleren Korngrößen der Trockenkohle von Klettwitz – mit Ausnahme der x-Fazies – geringer aus als jene des Feldesteiles Kleinleipisch.

8.3.2. Körnungsschwund

Der Körnungsschwund wird aus den jeweils zusammengehörigen mittleren Korngrößen der Roh- und Trockenkohlen 0 bis 6 mm errechnet.

Tabelle 13. Ergebnisse der Untersuchungen an Trockenkohlen

Kenngröße	Dimen- sion	Minimalwerte				Maximalwerte				Faziesmittelwerte					
		ug	sg	g	x	ug	sg	g	x	ug	sg	g	x	ts	do
Mittl. Korngröße d. Trockenkohle 0-6 mm	[mm]	1,53	1,37	1,51	0,92	1,93	2,22	1,96	1,93	1,73	1,80	1,79	1,64	1,84	2,14
Mittl. Korngröße d. Trockenkohle 0-6 mm	[mm]	1,48	1,36	1,51	1,69	1,98	1,91	1,96	1,97	1,60	1,72	1,76	1,85	-	-
Körnungs- schwund	[%]	13,9	16,6	12,7	13,2	23,6	27,0	27,4	23,8	18,5	20,5	21,0	19,6	14,4	26,2
Körnungs- schwund	[%]	17,3	17,1	14,3	16,8	20,1	24,4	22,9	22,1	18,5	20,2	17,9	20,2	-	-
Mittl. Korngröße des Brikettier- gutes 0-1 mm	[mm]	0,37	0,37	0,40	0,30	0,49	0,51	0,48	0,50	0,42	0,45	0,44	0,39	0,37	0,41
Mittl. Korngröße des Brikettier- gutes 0-1 mm	[mm]	0,40	0,39	0,41	0,46	0,45	0,50	0,48	0,49	0,42	0,45	0,44	0,47	-	-
Schüttdichte d. Körnung 0-1 mm nach Becker-Rosen- müller	[g/cm ³]	0,536	0,499	0,478	0,381	0,606	0,602	0,610	0,617	0,569	0,552	0,556	0,523	0,744	0,673
Schüttdichte d. Körnung 0-1 mm nach Becker-Rosen- müller	[g/cm ³]	0,571	0,511	0,466	0,571	0,598	0,649	0,620	0,657	0,583	0,579	0,536	0,620	-	-

Untersuchungen an Trockenkohle und Brikettiergut

43

Der Anteil an Grobkorn + 60 mm wie auch die mittleren Korngrößen der Roh- und Trockenkohle ließen im Feld Kleinleipisch fallende Tendenz in östlicher Richtung erkennen, gleiches trifft für die (geglätteten) Fazieslinien des Körnungsschwundes zu. Ungeachtet mancher Überschneidungen derselben deutet sich mit zunehmendem Körnungsschwund bei Kleinleipisch-Kohle die Abfolge ug – x – sg – g an, wogegen für Klettwitz keine regionalen Tendenzen und Faziesabfolgen ersichtlich sind (Bild 25, Tabelle 13). Die Tagebaumittelwerte lauten von ug- zu x-Kohle 18,5 / 18,5 % (ug); 20,5 / 20,2 % (sg); 21,0 / 17,9 % (g); 19,6 / 20,2 % (x). G-Kohle erweist sich dabei als der heterogenste Lithotyp, ihr von 12,7 bis 27,4 % geltender Merkmalsbereich schließt alle weiteren, selbst do- (26,2 %) und ts-Fazies (14,4 %), ein. Im Gegensatz zur Innenkapillarschrumpfung zeigen nicht einmal die korrespondierenden Faziesmittelwerte beider Kohlenfelder fazieskennzeichnende Unterschiede. Zwischen Fazies und Körnungsschwund besteht demnach keine systematische Abhängigkeit.

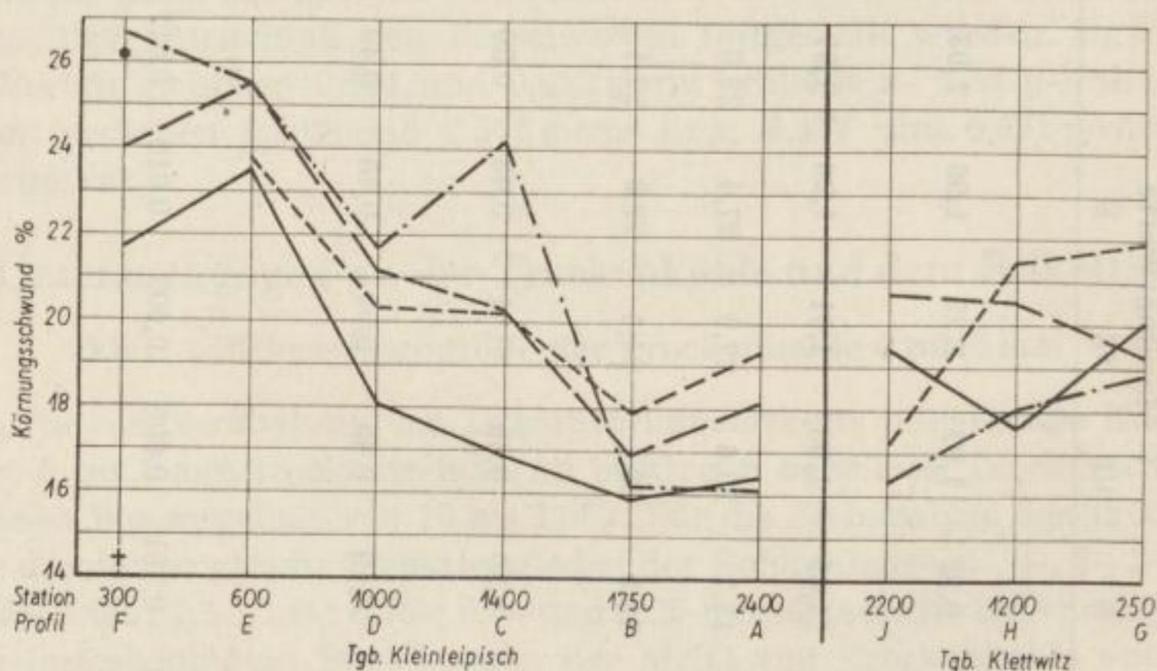


Bild 25. Körnungsschwund der Körnung 0 bis 6 mm der Lithotypen in Abhängigkeit vom Kohlenfeld und von der Strossenlänge

8.3.3. Mittlere Korngröße des Brikettiergutes 0 bis 1 mm

Zur Nachzerkleinerung der Trockenkohle auf die Körnung 0 bis 1 mm wurde eine Schlagnasenmühle verwendet. Probemahlungen vor der eigentlichen Nachzerkleinerung hatten zwecks Erzielung einer praktisch übereinstimmenden Kornverteilung (Korn – 0,2 mm: $40 \pm 2\%$, Korn + 1 mm: $8 \pm 2\%$) die erforderlichen Bedingungen hinsichtlich Umdrehungszahl und Siebeinsatz auszuweisen. Die Siebanalyse der nachzerkleinerten Trockenkohle wurde unter Verwendung der üblichen Prüfsiebe – diesmal jedoch herab bis zum 0,06-mm-Sieb – ausgeführt. Mit der vorgenannten Art der Aufbereitung ist gewissermaßen eine zwangsweise Egalisierung der primären, strukturbedingten Körnungsunterschiede bei Roh- und Trocken-

kohle 0 bis 6 mm verbunden. Das schien notwendig, damit etwaige fazielle Einflüsse auf die Brikett- und Koksqualität nicht durch zusätzliche Körnungseinflüsse verschleiert werden.

Die nach Tabelle 13 gleichwohl verbliebenen Unterschiede in den mittleren Korngrößen sind somit als Streuungen zu betrachten, für die eine Deutung nach der Seite fazieller Abhängigkeit hin nicht zulässig ist.

8.3.4. Schüttdichte des Brikettiergutes 0 bis 1 mm

Zur Bestimmung der Schüttdichte diente die Apparatur nach *Becker-Rosenmüller*.

Die Schüttdichte von sg- und ug-Kohle des Tagebaues Kleinleipisch steigt von West nach Ost an, und zwar von $0,556 \text{ g/cm}^3$ auf $0,600 \text{ g/cm}^3$ bei ug-Kohle sowie $0,526 \text{ g/cm}^3$ bis $0,570 \text{ g/cm}^3$ bei sg-Kohle. Leider stört die regellose Streuung der Werte von x- und g-Kohle diese Beziehung. Im Feldesteil Klettwitz ist eine deutliche Trennung von x- und g-Kohle wahrzunehmen, ug- und sg-Kohle stören hier die Beziehungen. Dementsprechend ergibt sich für beide Feldesteile eine unterschiedliche Abfolge der Faziesmittelwerte:

$0,569 / 0,583 \text{ g/cm}^3$ (ug); $0,552 / 0,579 \text{ g/cm}^3$ (sg); $0,556 / 0,536 \text{ g/cm}^3$ (g); $0,523 / 0,620 \text{ g/cm}^3$ (x). Die stark vergelte x-Kohle von Klettwitz verläßt erneut den Rahmen der weiteren Hauptfazies, zu ihr gesellt sich do- ($0,673 \text{ g/cm}^3$) und ts-Kohle ($0,744 \text{ g/cm}^3$) des Tagebaues Kleinleipisch. Wiederum ist eine sich ausschließende Zuordnung von Einzelwerten zu den Kohletypen nicht möglich. Allein x-Kohle umfaßt mit Schüttdichten von $0,381 \text{ g/cm}^3$ bis $0,657 \text{ g/cm}^3$ sämtliche weiteren Faziesmittelwerte. Lediglich die Profilmittelwerte von sg- und ug-Kohle Kleinleipisch sowie x- und g-Kohle Klettwitz überschneiden sich nicht. Interessant ist, daß die Abfolge der Faziesmittelwerte des Feldes Klettwitz jener der Rohkohlen-Schüttdichte (0 bis 6 mm) entspricht (Tabelle 12 und 13).

8.4. Brikettuntersuchungen

8.4.1. Elastizitätseigenschaften

Auf der hydraulischen Presse des Institutes für Brikettierung wurden Rundbriketts von 50 mm Durchmesser und 50 g Stückmasse hergestellt.

Zur Charakterisierung der elastischen Eigenschaften des Brikettiergutes bzw. der Briketts wurden in der üblichen Weise die Höhenexpansion, die Breitenexpansion, das Kompressionsverhältnis und die Brikethöhe unter Druck in Prozent der Schütthöhe der Kohle in der Form bestimmt.

8.4.1.1. Höhenexpansion (Längsdehnung)

In bisher nicht beobachteter Übereinstimmung ist für die Faziesprofilmittelwerte als auch die Faziesdurchschnittswerte beider Feldesteile eine Zunahme der Höhenexpansion von ug-Kohle (12,4 / 12,9 %) über sg-Kohle

(14,6 / 13,8 %) zu g-Kohle (16,4 / 16,4 %) zu verzeichnen (Tabelle 14). Mit stärkerer Einbeziehung der Kohlepartikel in einen Schichtungsprozeß erhöht sich somit deutlich die Elastizität der Briketts. In keinem Flözprofil ist eine Veränderung der genannten Abfolge festzustellen. Nur x-Kohle stört jene günstige Gliederung (Bild 26), indem ihr Linienzug den der sg-Kohle wiederholt kreuzt. Immerhin weisen die Feldesmittelwerte mit 14,4 / 14,3 % eine weitere Übereinstimmung auf.

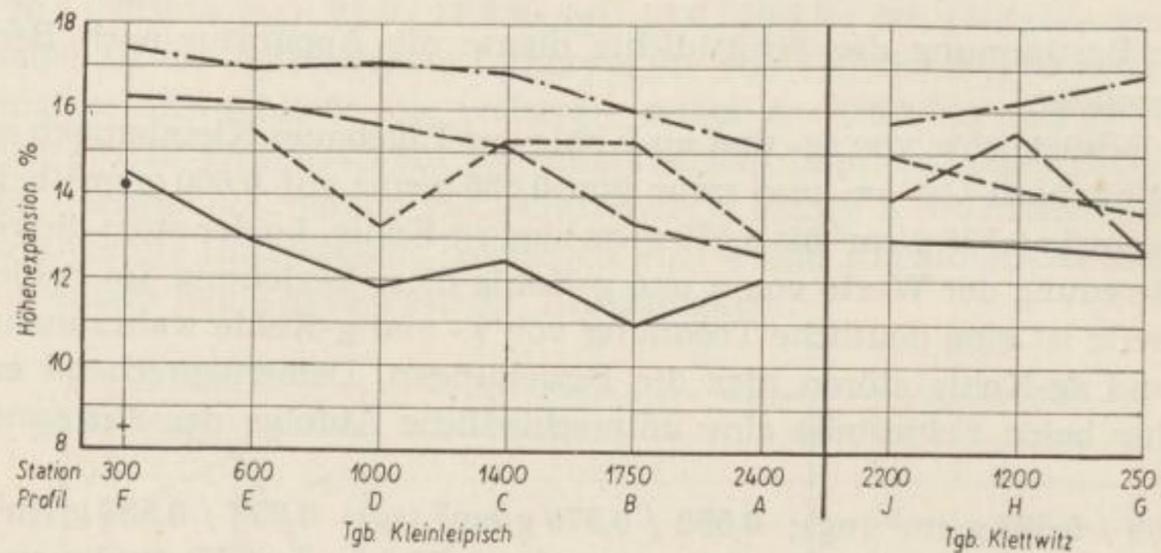


Bild 26. Höhenexpansion der Laborbriketts in Abhängigkeit vom Kohlenfeld und von der Strossenlänge

8.4.1.2. Kompressionsverhältnis

Das Kompressionsverhältnis ergibt sich aus dem Quotient „Schütthöhe der Kohle in der Form“ zu „Brikethöhe unter Druck“.

Dem gewohnten Liniendiagramm sind bei gegenseitiger Durchdringung der Lithotypen nur wenige faziesbedingte Gesetzmäßigkeiten zu entnehmen (Bild 27). So gelten für die mäßig vergelten x-Kohlen von Kleinleipisch die höchsten, für die stark vergelten x-Kohlen von Klettwitz hingegen die

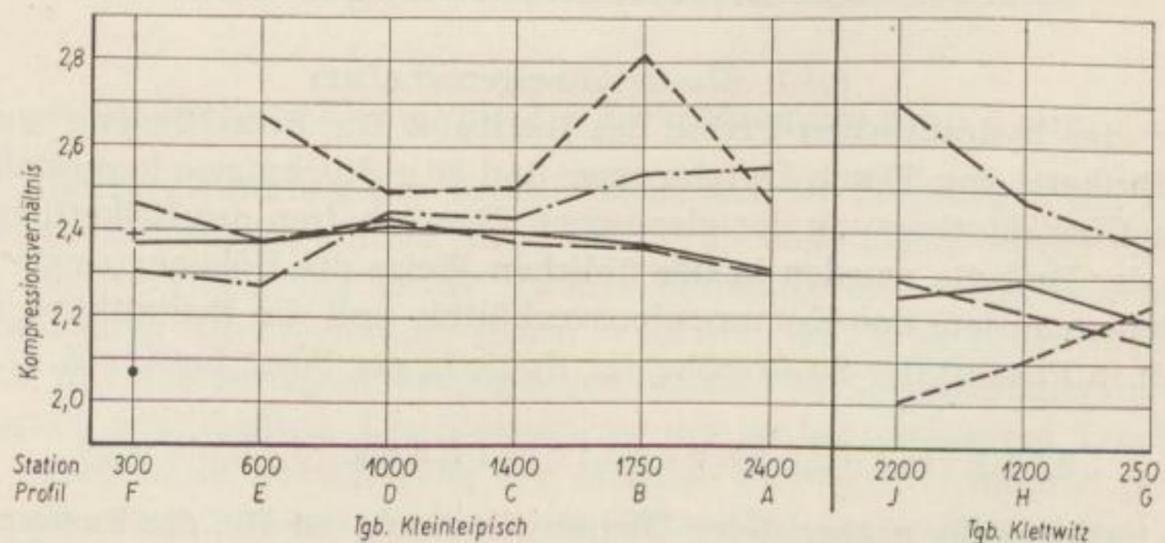


Bild 27. Kompressionsverhältnis der Lithotypen in Abhängigkeit vom Kohlenfeld und von der Strossenlänge

niedrigsten Verhältniszahlen. Vergelte Lithotypen sind demnach weniger verformbar: do-Kohle ist durch einen Wert von „nur“ 2,07 charakterisiert. Für die unterschiedliche Beschaffenheit xylytischer Kohlen scheint somit das Kompressionsverhältnis einen guten Maßstab zu bilden. Die Faziesmittelwerte beider Feldesteile zeigen weder in der Abfolge noch in der absoluten Größe Übereinstimmung: 2,38 / 2,27 (ug); 2,38 / 2,22 (sg); 2,44 / 2,49 (g); 2,61 / 2,11 (x). Im Falle Kleinleipisch deutet sich umgekehrte Proportionalität von Destruktionsgrad und Kompressionsverhältnis an. Das hohe Kompressionsverhältnis der g-Kohlen des Feldes Klettwitz wurde von der geringen Schüttdichte eben dieser Proben schon vorgezeichnet.

8.4.2. Raumdichte

Die Raumdichte wurde auf rechnerischem Wege aus der Masse und dem Volumen der Briketts ermittelt. Die Fazies-Profilmittelwerte zeigen mit nur einer Ausnahme (Profil E) die schon mehrfach gefundene Faziesabfolge ug – sg – g, wobei die Raumdichte proportional dem Destruktionsgrad abfällt: 1,192 / 1,149 g/cm³ (ug); 1,123 / 1,123 g/cm³ (sg); 1,101 / 1,082 g/cm³ (g). Nur x-Kohle fällt erneut aus der Destruktionsreihe heraus: 1,134 / 1,095 g/cm³ (Tabelle 14). Im allgemeinen liegen die Klettwitz-Werte unter denen der vergleichbaren Fazies von Kleinleipisch, insbesondere die geringe Raumdichte der mit spezifisch schweren Gelen „belasteten“ Briketts aus x-Kohle scheint bemerkenswert. Offenbar liegt hier ein schlechter Brikettverband vor, so daß niedrige Brikettfestigkeiten zu erwarten sind (siehe Abschnitt 8.4.6.). Die absolut höchste Raumdichte verzeichnen erwartungsgemäß Briketts aus der aschereichen ts-Kohle (1,460 g/cm³). In Anbetracht der petrographischen Natur der Ausgangssubstanz liegt die Raumdichte von Briketts aus do-Kohle (1,176 g/cm³) recht niedrig. Wiederum ist auf einen schlechten Kornverband und dementsprechend geringe Brikettfestigkeiten zu folgern. Beziehungen der Brikett-Raumdichte zeichnen sich insbesondere zur Schüttdichte der Rohkohle (0 bis 6 mm) und der Brikett-Längsdehnung ab. Von ug- über sg- zu g-Kohle fallen Rohkohlen-Schüttdichte und Brikett-Raumdichte, die Höhenexpansion nimmt dementsprechend zu.

8.4.3. Dichte der Brikettsubstanz

Insgesamt bestehen nur geringfügige Unterschiede für die Mittelwerte beider Feldesteile: 1,413 / 1,430 g/cm³ (ug); 1,409 / 1,409 g/cm³ (sg); 1,408 / 1,411 g/cm³ (g); 1,402 / 1,406 g/cm³ (x). Die Schwankungen dieser Werte liegen im Rahmen der Versuchsgenauigkeit, da nur die zweite Dezimale nach dem Komma als genügend gesichert gelten kann.

8.4.4. Porenvolumen

Das Porenvolumen der Briketts wird über die Raumdichte und die Dichte der Brikettsubstanz errechnet. Regionale, d. h. strossenlängenabhängige Tendenzen des Porenvolumens, sind lediglich für sg-Kohle des

Tabelle 14. Physikalische Eigenschaften der Laboratoriumsbriketts

Kenngröße	Dimen- sion	Minimalwerte				Maximalwerte				Faziesmittelwerte					
		ug	sg	g	x	ug	sg	g	x	ug	sg	g	x	ts	do
Längsdehnung	[%]	10,1	11,9	13,7	11,1	18,1	17,8	18,0	16,6	12,4	14,6	16,4	14,4	8,5	14,2
Längsdehnung	[%]	12,4	11,0	13,8	13,3	13,7	16,5	21,8	15,2	12,9	13,8	16,4	14,3	—	—
Kompressions- verhältnis		2,29	2,22	2,24	2,17	2,48	2,58	2,85	3,37	2,38	2,38	2,44	2,31	2,39	2,07
Kompressions- verhältnis		2,20	1,57	2,10	2,00	2,30	2,60	2,94	2,25	2,27	2,22	2,49	2,11	—	—
Raumdicke	[g/cm ³]	1,123	1,054	1,055	1,087	1,232	1,193	1,131	1,283	1,192	1,123	1,101	1,134	1,640	1,176
Raumdicke	[g/cm ³]	1,121	1,075	0,997	1,081	1,187	1,176	1,127	1,114	1,149	1,123	1,082	1,095	—	—
Dichte	[g/cm ³]	1,385	1,351	1,375	1,363	1,445	1,453	1,459	1,514	1,413	1,409	1,408	1,402	1,840	1,495
Dichte	[g/cm ³]	1,429	1,366	1,377	1,379	1,434	1,432	1,457	1,415	1,430	1,409	1,411	1,406	—	—
Porenvolumen	[%]	11,9	14,7	20,0	15,3	21,2	25,4	24,5	23,1	15,8	20,3	21,9	19,1	10,9	21,3
Porenvolumen	[%]	17,6	15,4	19,3	20,3	21,7	25,0	28,7	24,3	19,6	20,3	23,5	22,1	—	—
Wassergehalt	[%]	9,8	9,8	9,4	9,8	11,3	11,3	11,1	11,8	10,6	10,5	10,6	10,4	8,9	9,8
Wassergehalt	[%]	10,0	10,0	10,1	10,2	13,9	12,8	14,4	11,2	11,1	11,2	11,8	10,8	—	—
Druck- festigkeit	[kp/cm ²]	151,7	100,6	94,8	95,6	286,0	218,6	257,7	441,3	219,8	173,5	148,0	252,1	278,7	89,9
Druck- festigkeit	[kp/cm ²]	123,8	76,7	45,3	63,7	186,8	262,1	223,8	148,0	158,0	141,9	151,7	103,5	—	—
Abriebrück- stand + 10 (100 U/4 min)	[%]	94,7	91,2	84,8	82,3	97,3	96,0	95,8	97,5	95,7	94,3	91,8	92,7	95,6	83,9
Abriebrück- stand + 10 (100 U/4 min)	[%]	93,7	86,4	71,0	33,8	95,9	97,6	96,2	93,2	94,9	93,2	91,6	77,7	—	—

Tagebaues Kleinleipisch erkennbar (Bild 28). Von ca. 23 % im Westen geht das Porenvolumen der aus dieser Kohle hergestellten Briketts auf rd. 18 % im Osten zurück. Insofern ist eine bemerkenswerte Beziehung zur regionalen Abhängigkeit von zahlreichen weiteren Kennzifferen, wie Naturfeinkornanteil – 6 mm, Anteil an Grobkorn + 60 mm, mittlere Korngröße von Roh- und Trockenkohle 0 bis 6 mm, Elastizitätseigenschaften der Briketts usw., ersichtlich. Ebenso bleibt die Abfolge gemäß Destruktionsreihe gewahrt, selbst die „Störtendenz“ der x-Kohle – sie gruppiert sich nahe der sg-Kohle ein – fehlt nicht. Dementsprechend lauten die Faziesmittelwerte der Feldesteile 15,8 / 19,6 % (ug); 20,3 / 20,3 % (sg); 21,9 / 23,5 % (g); 19,1 / 22,1 % (x), d. h., mit steigendem Destruktionsgrad wird die Kohle wesentlich plastischer, ihre elastischen Eigenschaften und damit das Brikett-Porenvolumen mindern sich. Weiterhin ist festzustellen, daß die Porenvolumina von Briketts gleicher Fazies im Feld Klettwitz meist höher ausfallen. Da die Schwankungsbreite der Einzelwerte eines Faziestyps bis über 10 % beträgt, ist eine Koordinierung von Lithotyp und Porenvolumen der Briketts nicht möglich (Tabelle 14). Do-Kohle liefert Briketts mit dem beachtlichen Porenvolumen von 21,3 %, den absolut niedrigsten Wert gibt ts-Kohle ab (10,9 %).

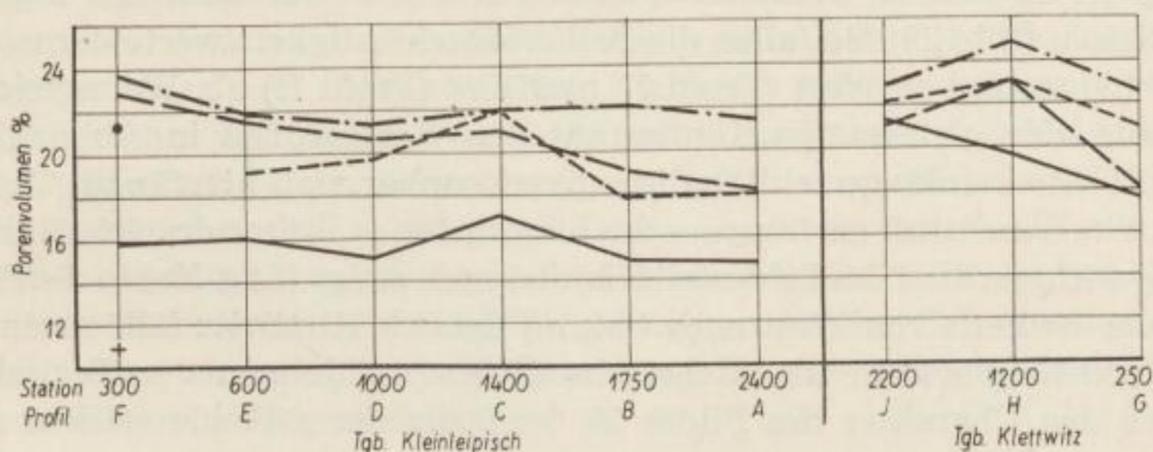


Bild 28. Porenvolumen der Briketts der Lithotypen in Abhängigkeit vom Kohlenfeld und von der Strossenlänge

8.4.5. Wassergehalt der Briketts

Der Brikettwassergehalt stellt eine vorgegebene Kenngröße dar, lt. Versuchsprogramm sollte er 10 bis 11 % betragen. Demnach sind keine fazialen Abhängigkeiten zu erwarten. Wie Tabelle 14 beweist, ließen sich im Falle der Proben von Kleinleipisch gelegentliche Überschreitungen der unteren und oberen Grenze des Wassergehaltes nicht vermeiden, die Faziesmittelwerte verharren im geforderten Merkmalsbereich. Ein schwerwiegender Verstoß gegen das Versuchsprogramm ist beim Feldesteil Klettwitz zu bemerken. Die Mittelwerte von ug-, sg- und g-Kohle liegen oberhalb der 11-%-Grenze. Alleinige Ursache sind die Proben des Schlitzes G, wo mit Fazies-Profilmittelwerten von 13,9 % für die ug-Kohle, 13,2 % für die g-Kohle und 12,2 % für die sg-Kohle durchweg zu hohe Wassergehalte zugelassen worden sind. Hier ist die Möglichkeit eines Einflusses der über-

höhten Wassergehalte auf die Brikett- bzw. Koksqualität nicht ausgeschlossen. Der Brikettwassergehalt von ts-Kohle ist mit 8,9 % etwa 1 % zu niedrig ausgefallen, bei do-Kohle wird mit 9,8 % die untere zulässige Grenze nur wenig unterschritten.

8.4.6. Druckfestigkeit der Briketts

Die Briketts wurden auf einer der hydraulischen Pressen des Institutes für Brikettierung unter folgenden Bedingungen hergestellt: Körnung 0 bis 1 mm, Wassergehalt 10 bis 11 %, Einwaage 50 g, Preßdruck 1400 kp/cm², Verpressungstemperatur 60 °C. Der Brikettdurchmesser betrug in allen Fällen 50 mm. Zur Ermittlung der Festigkeitseigenschaften wurden jeweils 5 Briketts der Druckfestigkeitsbestimmung auf der Deubener Druckprüf- presse unterzogen, während 5 weitere Briketts in der IfB-Trommel (100 U/ 4 min) auf ihre Abriebfestigkeit (Abriebrückstand auf dem 10-mm-Rund- loch-Prüfsieb) untersucht wurden. Langzeit-Trommelungen, die über die Unterschiede der Abriebfestigkeit besseren Aufschluß geben, wurden leider zu jener Zeit noch nicht durchgeführt.

Betrachtet man den Verlauf der Faziesprofilmittelwerte der Brikett- druckfestigkeit über beide Feldesteile, so zeigen sich bemerkenswerte regionale Tendenzen (Bild 29). So fallen die Brikett- druckfestigkeitswerte der ug- und sg-Kohle stetig von West (Profil F) nach Ost (Profil H) ab. Wenngleich für x-Kohle eine gleichartige Kontinuität der Wertegrößen in Abhängigkeit von der Strossenlänge fehlt, so ist unverkennbar, daß hierfür im Tagebau Klettwitz wesentlich geringere – die niedrigsten – Brikett- druckfestigkeiten zu verzeichnen sind. Im Feldesteil Kleinleipisch steigt für g-Kohle die Festig- keit der Briketts von West nach Ost, im Bereich Klettwitz fällt sie in glei- cher Richtung wieder ab. Mehrfache Überschneidungen der Fazieslinien prägen den Charakter des Bildes 29. Im Falle der x-Kohle reichen sie so

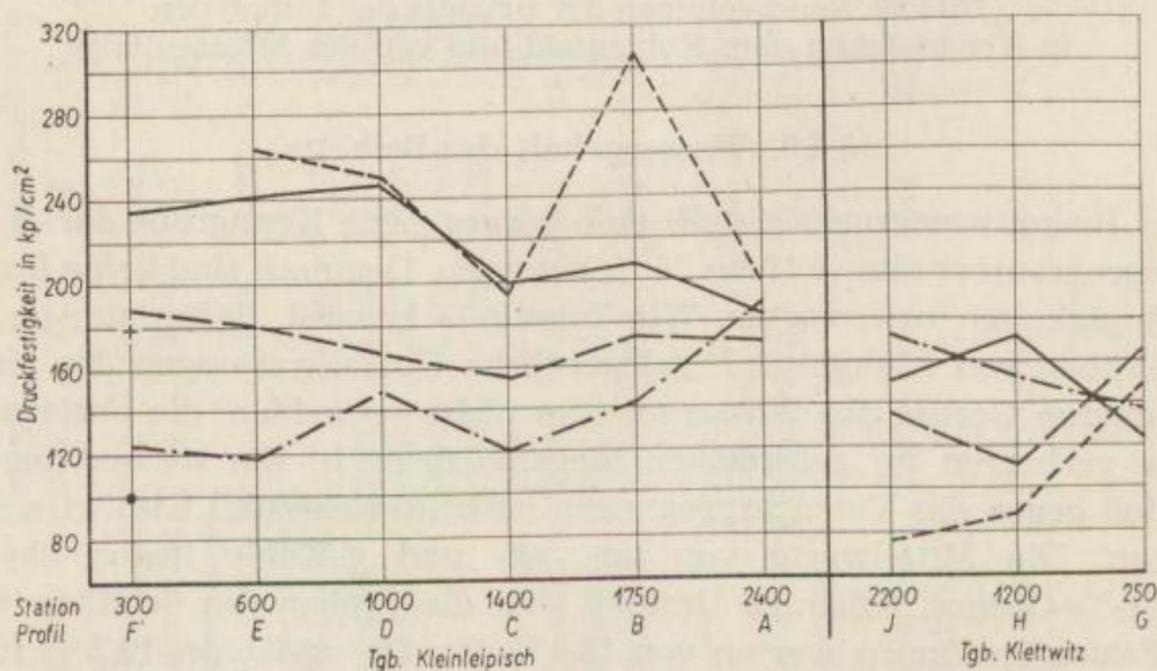


Bild 29. Druckfestigkeit der Briketts der Lithotypen in Abhängigkeit vom Kohlenfeld und von der Strossenlänge

weit, daß der Streubereich der Profilmittelwerte (ca. 76 kp/cm² bis rd. 307 kp/cm²) alle weiteren Lithotypen inklusive do- und ts-Kohle einschließt. Gleiches gilt, legt man die Einzelwerte der x-Kohlen beider Feldesteile zugrunde; sie reichen von 63,7 kp/cm² bis zu 441,3 kp/cm² (Tabelle 14). Lediglich der Minimalwert der g-Kohle von Klettwitz unterschreitet den genannten Merkmalsbereich geringfügig.

Die wiederholten Überschneidungen der Profilmittelwerte von unterschiedlichen Kohletypen lösen eine in Abfolge und absoluter Höhe wenig übereinstimmende Anordnung der Mittelwerte beider Feldesteile aus: 219,8 / 158,0 kp/cm² (ug); 173,5 / 141,9 kp/cm² (sg); 148,0 / 151,7 kp/cm² (g); 252,1 / 103,5 kp/cm² (x). Die absolut niedrigste Druckfestigkeit zeigt die Einzelprobe der do-Kohle mit 89,9 kp/cm², ts-Kohle gibt mit 278,7 kp/cm² die höchste Brikettendruckfestigkeit eines Lithotyps ab. Es bestätigt sich hier die alte Erfahrung, daß vergelte Kohlen ein schlechtes Brikettierverhalten besitzen [37], während Sand und Ton der Brikettfestigkeit nicht unbedingt abträglich sein müssen. Nicht völlig klar ist bei oberflächlicher Betrachtung die Rolle der x-Kohle, von der nach den Erfahrungen der Praxis bekannt ist, daß sie zu hohen Druckfestigkeiten führt [2, 29]. Das wird im vorliegenden Falle durch den am höchsten ausgefallenen Faziesmittelwert im Feld Kleinleipisch bestätigt. Bereits für Klettwitz ist x-Kohle jedoch durch den niedrigsten Mittelwert charakterisiert. Hier setzt sich der bekannte Festigkeitsabträgliche Einfluß der Vergelung von Grundmasse und Xylit durch. Die erste Beurteilung der Brikettiereigenschaften von xylitischer Kohle im eigentlichen Sinne und *xylitreichen* Proben anderer fazieller Natur darf sich daher nicht allein auf den optisch sehr markant hervortretenden Xylitgehalt stützen. Die Kenntnis des Vergelungsgrades der Grundmasse ist in solchen Fällen unabdingbare Voraussetzung für die richtige Einschätzung der technologischen Eigenschaften.

8.4.7. Abriebfestigkeit der Briketts

Wir mußten inzwischen feststellen, daß die seinerzeit angewandte Trommelungsdauer von nur 4 Minuten zu kurz ist, als daß hinreichende Aufschlüsse über die innere Festigkeit der Briketts gewonnen werden können.

Dementsprechend schwanken auch die Fazieseinzel- (Tabelle 14), Faziesprofil- (Bild 30) und Feldesteilmittelwerte nur geringfügig. Letztere sind mit Beträgen von 95,7 / 94,9 % für ug-Kohle, 94,3 / 93,2 % für sg-Kohle, 91,8 / 91,6 % für g-Kohle und 92,7 / 77,7 % für x-Kohle anzugeben. Lediglich x-Kohle des Feldesteiles Klettwitz sprengt auf Grund ihrer abweichenden petrographischen Zusammensetzung den Merkmalsbereich der weiteren Kennzahlen, andere regionale Verschiedenheiten fehlen. Ein Vergleich der Abrieb- und Druckfestigkeit lehrt, daß bei beiden Parametern die mechanische Festigkeit der Briketts in der Regel von ug- über die sg- zur g-Kohle abfällt. X-Kohle wird gleichlautend als brikettierfreundlich im Falle Kleinleipisch und als brikettierungünstig im Falle Klettwitz ausgewiesen. Darüber hinaus zeigt der Vergleich faziell zusammengehöriger Faziesmittel-

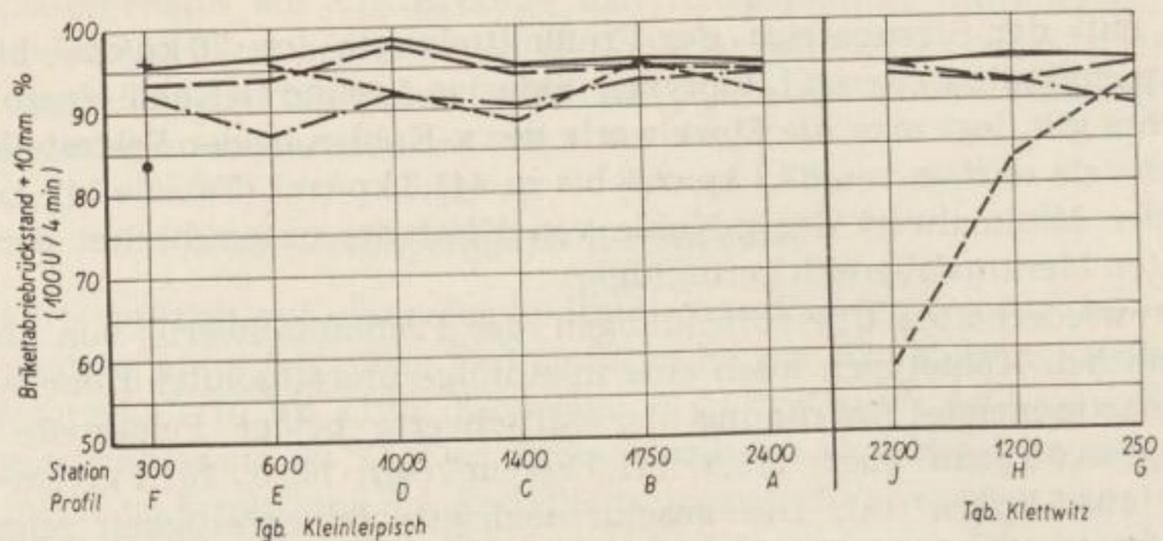


Bild 30. Brikettabriebrückstand + 10 mm der Lithotypen in Abhängigkeit vom Kohlenfeld und von der Strossenlänge

werte, daß die Kohlen des Feldes Klettwitz stets etwas schlechtere Brikettfestigkeiten abgeben. Die ts-Kohle reiht sich mit 95,6 % Abriebrückstand durchaus in den Bereich der guten Brikettqualität ein, während die do-Kohle mit nur 83,9 % zu den absolut schlechtesten Proben dieses Feldes gehört.

8.5. Untersuchungen an den Koksformlingen und Ergebnisse der Verkokung

Die für die Verkokung zurückbehaltenen Briketts je Faziesprobe wurden in die mittels eines Silitstab-Ofens elektrisch beheizte Graphitretorte eingesetzt und in 11 Stunden verkokt [44]. Die Aufheizgeschwindigkeit wurde in der sich bis 320 °C erstreckenden Trocknungsperiode mit 0,83 grd/min konstant gehalten, während sie in der Verkokungsperiode eine Steigerung auf 2,83 grd/min erfuhr. Die Verkokungsendtemperatur wurde auf 1000 °C, die Ausstehzeit auf die Dauer einer Stunde festgesetzt.

8.5.1. Formerhaltungsgrad

Bei der Laboratoriumsverkokung fehlen äußere mechanische Beanspruchungen; für die Zerstörung der Briketts kommen allein die thermischen Einflüsse in Frage. Diesen widerstanden alle der Verkokung ausgesetzten Faziesbriketts, d. h., der Formerhaltungsgrad konnte stets zu 100 % ermittelt werden. Dementsprechend entstanden bei der Verkokung auch nur Mengen an Kleinkorn < 30 mm, die unter 1 % blieben.

8.5.2. Koksausbeute

Die Ermittlung der Koksausbeute erfolgte auf rechnerischem Wege über das Gesamtgewicht der eingesetzten Briketts und des ausgebrachten Kokes.

Die Erörterungen beschränken sich auf die auf wasserfreie Briketts bezogene Koksausbeute.

Im einzelnen ergeben sich folgende Feststellungen: Sowohl für Feld Kleinleipisch als auch für Feld Klettwitz sind keine Abhängigkeiten der Koksausbeute (wf) von der Strossenlänge feststellbar, auch läßt sich keine einheitliche Abfolge der einzelnen Fazies erkennen: 49,7 / 51,1 % (ug); 50,2 / 50,0 % (sg); 50,3 / 49,5 % (g); 49,4 / 50,4 % (x). Die Streubereiche der Einzelbestimmungen überschneiden sich bis zur Unkenntlichkeit (Tabelle 15).

Die do-Kohle erbrachte den relativ hohen Wert von 53,8 % und die ts-Kohle die absolut höchste Koksausbeute von 73,0 %. Für die absolute Größe der Koksausbeute spielen Teerausbeute und Aschegehalt insofern eine Rolle, als mit Ansteigen der ersteren die Koksausbeute ab-, mit Ansteigen des letzteren dagegen zunimmt. Unvergeltete Xylite geben bekanntlich große Teermengen ab [28], dementsprechend fällt der Faziesmittelwert von x-Kohle des Tagebaues Kleinleipisch relativ niedrig aus. Weiterhin ist interessant, daß der die Koksausbeute steigernde hohe Aschegehalt von ug-Kohle (Bild 4, Tabelle 6) des Feldesteiles Kleinleipisch durch den hohen Anteil an Flüchtigem unterdrückt wird.

8.5.3. Höhenschwund

Die Faziesprofilmittelwerte lassen keine eindeutige Abhängigkeit von der Lage des Entnahmepunktes erkennen. Die Mittelwerte der Feldesteile sind hinsichtlich der absoluten Größe nur wenig, bezüglich der Abfolge aber völlig verschieden. Die eindeutige Abstufung von ug- zu x-Kohle in Kleinleipisch wiederholt sich nicht in Klettwitz: 21,1 / 20,4 % (ug); 20,5 / 20,6 % (sg); 19,7 / 19,4 % (g); 19,2 / 19,7 % (x). Die ts-Kohle weist mit 8,8 % Höhenschwund den absolut niedrigsten Wert auf, während do-Kohle immerhin noch 18,1 % erreicht (Tabelle 15).

8.5.4. Volumenschwund

Für den zahlenmäßig weit höheren Volumenschwund sind bei praktisch gleichem Tendenzverlauf wie beim Höhenschwund folgende Faziesmittelwerte errechnet worden: 52,9 / 51,8 % (ug); 51,7 / 52,1 % (sg); 51,1 / 50,7 % (g); 48,7 / 50,7 % (x). Aus dem bekannten Grunde verläßt x-Kohle vom Profil D den lagerstättentypischen Streubereich der Faziesprofilmittelwerte (Bild 31). Der Volumenschwund der hangenden x-Kohle macht nur 31,1 % gegenüber ca. 48,2 % der basalen x-Fazies aus. Die Einzelprobe der ts-Kohle erreicht mit 20,8 % Volumenschwund infolge ihres hohen Aschegehaltes wieder den niedrigsten Wert, während do-Kohle mit 45,4 % noch unter dem kleinsten Faziesmittelwert rangiert. Die Schwankungsbereiche der Einzelbestimmungen sowohl des Höhen- als auch des Volumenschwundes durchdringen sich so weitgehend, daß eine sich ausschließende Zuordnung der Werte zum Lithotyp unmöglich ist.

Tabelle 15. Ergebnisse der Verkokungsversuche an Laboratoriumsbriкетts — allgemeine Untersuchungen an den Koksformlingen

Kenngröße	Dimen- sion	Minimalwerte				Maximalwerte				Faziesmittelwerte					
		ug	sg	g	x	ug	sg	g	x	ug	sg	g	x	ts	do
Anteil an Koks + 30 mm	[%]	96,5	99,1	99,3	98,8	100,0	100,0	100,0	100,0	99,8	99,8	99,9	99,7	99,9	100,0
Anteil an Koks + 30 mm	[%]	98,9	99,4	99,4	99,4	100,0	100,0	100,0	100,0	99,7	99,9	99,6	99,7	—	—
Koksausbeute, bez. auf feuchte Briкетts	[%]	42,5	43,7	43,3	39,8	45,6	46,8	46,5	51,1	44,4	45,0	45,0	44,2	66,5	48,6
Koksausbeute, bez. auf feuchte Briкетts	[%]	44,0	43,1	43,3	44,8	48,1	47,1	45,5	45,7	45,8	44,8	44,3	45,3	—	—
Koksausbeute, bez. auf wf. Briкетts	[%]	47,4	48,7	47,8	44,4	51,0	52,7	52,1	56,9	49,7	50,2	50,3	49,4	73,0	53,8
Koksausbeute, bez. auf wf. Briкетts	[%]	49,3	48,0	48,1	49,8	53,5	52,4	50,6	50,9	51,1	50,0	49,5	50,4	—	—
Höhenschwund	[%]	16,4	19,5	17,7	9,2	22,2	21,9	20,8	23,1	21,1	20,5	19,7	19,2	8,8	18,1
Höhenschwund	[%]	19,8	19,2	16,2	19,2	20,8	21,3	20,4	20,3	20,4	20,6	19,4	19,7	—	—
Volumen- schwund	[%]	49,9	50,0	49,1	31,1	55,3	53,9	52,4	51,6	52,9	51,7	51,1	48,7	20,8	45,4

Briкетterung und Verkokung der Faziesproben

Volumen- schwund	[%]	49,5	50,7	48,3	48,8	53,1	54,0	52,1	51,7	51,8	52,1	50,7	50,7	—	—
Gewichts- schwund	[%]	54,3	54,5	53,3	48,4	57,4	56,3	56,6	60,6	55,8	55,4	55,3	55,9	33,4	51,7
Gewichts- schwund	[%]	53,0	54,0	54,9	54,3	55,4	56,9	56,6	55,2	54,4	55,3	55,6	54,7	—	—
Raumdicke des Kokses	[g/cm ³]	1,046	0,956	0,918	0,927	1,176	1,090	1,048	1,068	1,119	1,038	1,000	0,974	1,394	1,043
Raumdicke des Kokses	[g/cm ³]	1,056	0,993	0,903	0,993	1,104	1,079	1,028	1,033	1,082	1,044	0,982	1,004	—	—
Dichte der Kokssubstanz	[g/cm ³]	1,556	1,379	1,429	1,469	1,967	1,902	1,852	1,690	1,748	1,714	1,669	1,522	2,304	1,669
Dichte der Kokssubstanz	[g/cm ³]	1,592	1,535	1,327	1,482	1,858	1,930	1,878	1,804	1,742	1,746	1,708	1,630	—	—
Porenvolumen des Kokses	[%]	25,1	23,8	28,5	27,3	45,4	46,3	45,2	43,0	35,6	39,1	39,8	35,8	39,5	37,5
Porenvolumen des Kokses	[%]	30,7	31,4	25,9	31,6	41,4	48,5	50,8	44,7	37,7	39,7	41,9	37,9	—	—

Koksformlinge und Ergebnisse der Verkokung

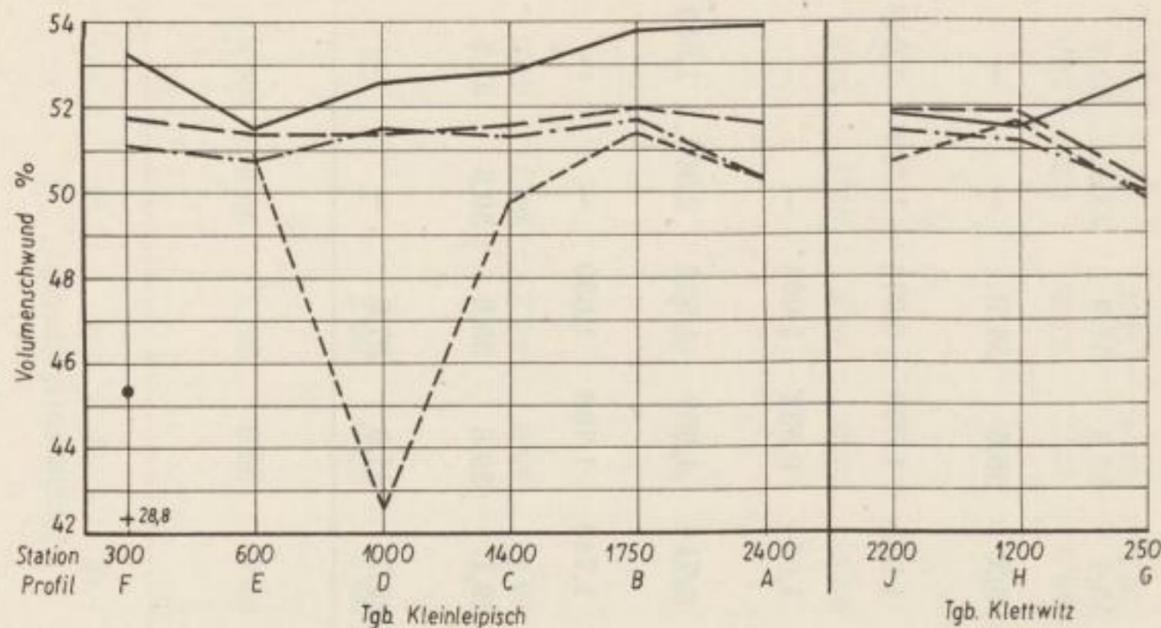


Bild 31. Volumenschwund der Koksbricketts in Abhängigkeit vom Kohlenfeld und von der Strossenlänge

8.5.5. Masseschwund der Bricketts

Die Faziesmittelwerte der Feldesteile zeigen keine einheitliche Tendenz: 55,8 / 54,4 % (ug); 55,4 / 55,3 % (sg); 55,3 / 55,6 % (g); 55,9 / 54,7 % (x). Für Kleinleipisch ist fallende Wertegröße von ug- über sg- zu g-Kohle und Anstieg bei x-Kohle zu beobachten, bei Klettwitz steigt (!) der Masseschwund von ug- über sg- zu g-Kohle, um bei x-Kohle abzufallen. Die ts-Kohle erreicht mit 33,4 % Masseschwund den niedrigsten Wert, da ja die anorganische Substanz nicht entgasen kann, und auch die do-Kohle überschreitet die untere Grenze des Masseschwundes mit 51,7 % nur im Falle der fraglichen x-Kohle des Profils D.

8.5.6. Raumdichte der Koksformlinge

Bei der Ermittlung der Werte für die Raumdichte, die Dichte und das Porenvolumen wurde in der gleichen Weise verfahren wie bei den Bricketts.

Allein aus dem Verlauf der die Faziesprofilmittelwerte verbindenden Linien ist eine für beide Feldesteile gleichartige Tendenz der Zunahme der Raumdichten von g- über sg- zu ug-Kohle zu ersehen (Bild 32). Xylitische Kohle bewegt sich im Bereich der geschichteten Varietät, worin sich eine gewisse petrographische, auf dem hohen Anteil an Geweberesten fußende Verwandtschaft beider Lithotypen offenbart. Dabei ist von besonderem Wert, daß sich in mehreren Fällen für die Faziesprofilmittelwerte gegenseitig ausschließende Merkmalsbereiche ergeben haben, so z. B. im Feld Kleinleipisch ug-Kohle (1,080 bis 1,148 g/cm³) und sg-Kohle (1,002 bis 1,069 g/cm³). Leichte Überschneidungen finden dagegen zwischen sg- und g-Fazies (0,986 bis 1,026 g/cm³) sowie der letzteren und dem xylitischen Lithotyp (0,952 bis 0,994 g/cm³) statt. Im Feldesteil Klettwitz schließen sich alle vier Lithotypen aus, wobei die (bekanntlich stark vergelte) x-Kohle zwischen g- und sg-Fazies auftritt. Damit ist zugleich die Abfolge der Fazies-

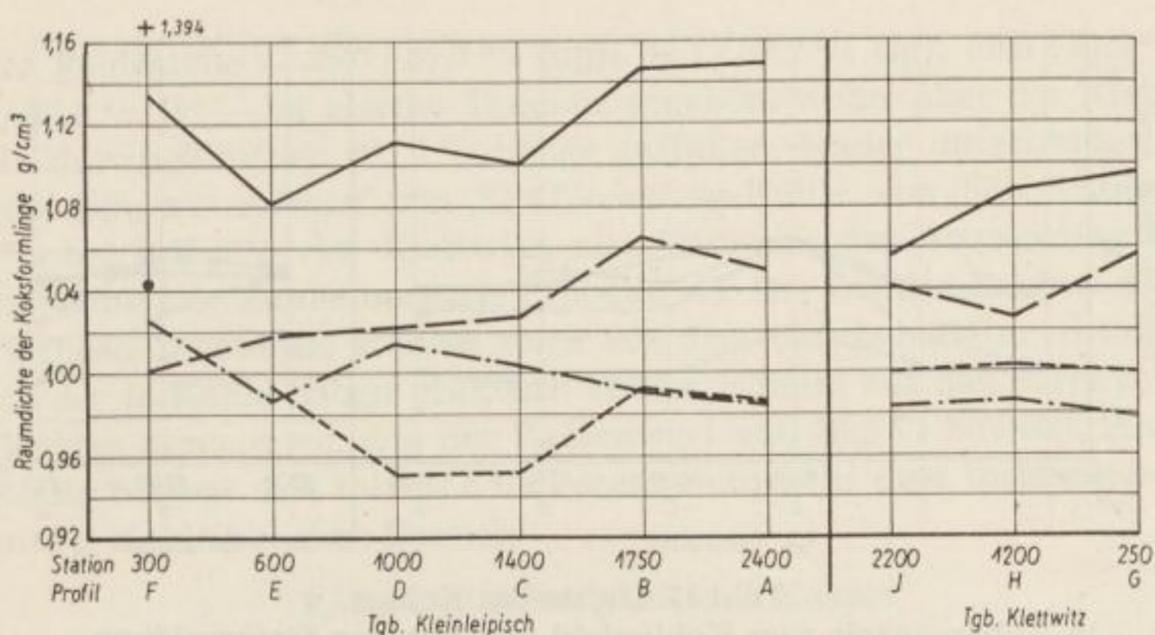


Bild 32. Raumdichte der Koksformlinge in Abhängigkeit vom Kohlenfeld und von der Strossenlänge

mittelwerte für beide Tagebaue genannt: 1,119 / 1,082 g/cm³ (ug); 1,038 / 1,044 g/cm³ (sg); 1,000 / 0,982 g/cm³ (g); 0,974 / 1,004 g/cm³ (x). Zersetzungsgrad und Raumdichte des Kokes sind demnach proportional. Den absolut höchsten Raumdichtewert erreicht wieder ts-Kohle (1,394 g/cm³), während die do-Kohle mit 1,043 g/cm³ zwischen den Faziesmittelwerten der ug- und sg-Kohle rangiert. Aus unseren bisherigen Überlegungen geht hervor, daß die Abstufung der Raumdichte des Kokes maßgeblich vom Aschegehalt und dem Vergelungsgrad der Ausgangskohle bestimmt wird. Ersteres trifft zu für die ug- und ts-Fazies, das letztere für die do-Kohle des Feldes Kleinleipisch sowie die x-Kohle von Klettwitz. Im Falle der ug-Kohle überkompensiert also die spezifisch schwere Mineralsubstanz den Einfluß des hier angereicherten spezifisch leichten Protobitumens; am Beispiel der Koksausbeute (wf) war eine entgegengesetzt gerichtete Auswirkung beider Komponenten zu verzeichnen.

8.5.7. Dichte der Kokssubstanz

Die Dichte der Kokssubstanz ist in starkem Maße abhängig vom Aschegehalt der Kohle und dem Anteil der aus ihr abspaltbaren flüchtigen Bestandteile, sie kann aber hieraus nicht allein erklärt werden, vielmehr spielt das spezifische Schrumpfvermögen dabei eine Rolle. Allgemein zeigen die Fazieslinien beider Feldesteile einen recht einheitlichen, tendenzlosen Verlauf, dabei läßt sich ohne erklärbare Ursache im Schlitz D bei allen Fazies das Dichtemaximum feststellen (Bild 33). Wie üblich, kann auch bei dieser Kennziffer keine Zuordnung bestimmter Zahlenbereiche zu den einzelnen Fazies vorgenommen werden. Die Faziesmittelwerte 1,748 / 1,742 g/cm³ (ug); 1,714 / 1,746 g/cm³ (sg); 1,669 / 1,708 g/cm³ (g) und 1,522 / 1,630 g/cm³ (x) zeigen lediglich für Kleinleipisch eine der Raumdichte analoge Abfolge, die Abstufung der Klettwitz-Werte ist dementgegen fazies-

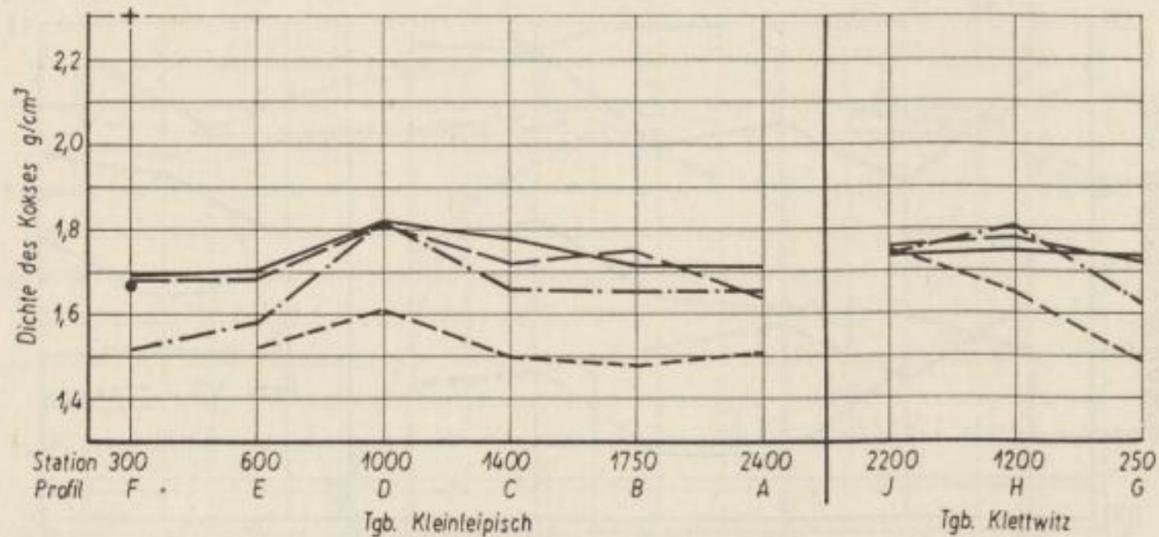


Bild 33. Dichte des Kokses
in Abhängigkeit vom Kohlenfeld und von der Strossenlänge

unabhängig und regellos. Den absolut höchsten Wert erreicht ts-Kohle mit einer Dichte der Kokssubstanz von $2,304 \text{ g/cm}^3$. Bei $1,669 \text{ g/cm}^3$ entspricht die Dichte des Kokses von do-Kohle jener der geschichteten Kohle des Tagebaues Kleinleipisch.

8.5.8. Porenvolumen des Kokses

Im Feldesteil Kleinleipisch lassen sich leider schon bei den Faziesprofil-mittelwerten starke Überschneidungen der Linienzüge feststellen. Ebenso wirken sich die schon in der wahren Dichte der Kokssubstanz beobachteten Abweichungen des Schlitzes D in einer starken Überhöhung des Porenvolumens des Kokses aus. Nicht zuletzt dadurch bedingt, kann in keinem Falle ein gegenseitiger Ausschluß von Merkmalsbereichen der Faziesprofil-mittelwerte nachgewiesen werden. Wenn letzteres auch für Klettwitz Gültigkeit besitzt, so ist doch hier zumindest bei zunehmendem Porenvolumen die Abfolge ug – sg – g zu beobachten (Bild 34). Als Tendenz ist diese Abfolge auch im Feldesteil Kleinleipisch erkennbar. X-Kohle kreuzt als heterogener Lithotyp alle weiteren Fazies. Hinsichtlich der Faziesmittelwerte

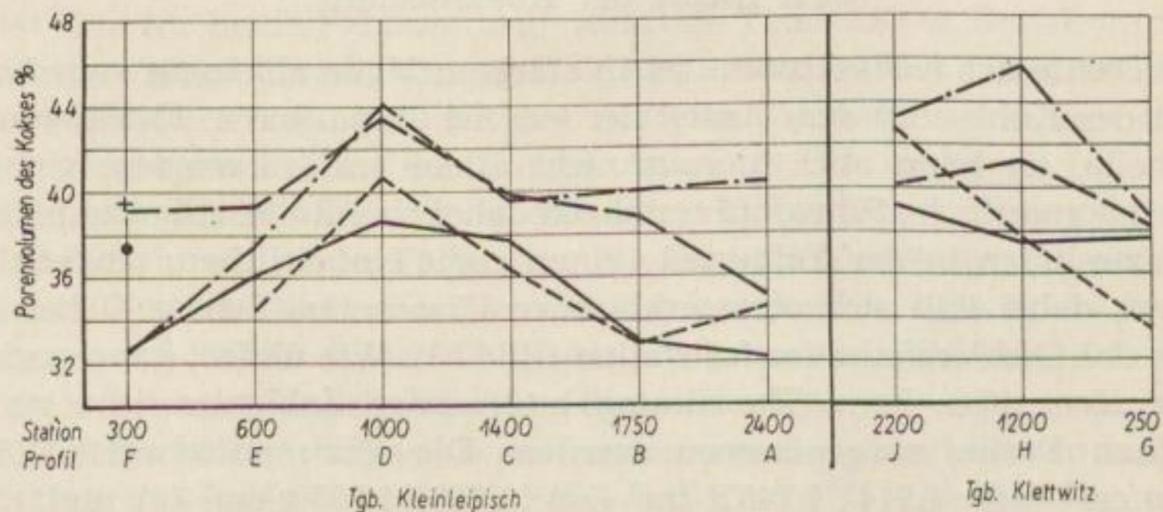


Bild 34. Porenvolumen des Kokses
in Abhängigkeit vom Kohlenfeld und von der Strossenlänge

beider Feldesteile — 35,6 / 37,7 % (ug); 39,1 / 39,7 % (sg); 39,8 / 41,9 % (g); 35,8 / 37,9 % (x) — ist gleiche Tendenz gegeben, wobei aber die Klettwitz-Werte durchschnittlich rd. 2 % höher ausfallen. Leider unterbinden große Streuungen, sie reichen von 23,8 % bei sg-Kohle von Kleinleipisch bis 50,8 % bei g-Kohle von Klettwitz, alle Versuche der Abgrenzung fazies-kennzeichnender Zahlenbereiche (Tabelle 15). Die bei der Raumdichte und der wahren Dichte des Koks stark aus dem üblichen Rahmen fallenden Werte der ts-Kohle haben praktisch keinen Einfluß auf das Porenvolumen des Koks genommen, wie der Zahlenwert von 39,5 % beweist. Auch die do-Kohle bewegt sich mit 37,5 % Porenvolumen in dem insbesondere für sg- und g-Kohle üblichen Bereich.

8.5.9. Druckfestigkeit des Koks

Druck- und Abriebfestigkeit wurden an je 5 Koksformlingen in der gleichen Weise ermittelt wie bei den Briketts. Allerdings ist zu bemerken, daß die Koksformlinge abweichend davon im Kollektiv getrommelt worden sind, wobei die Rückstände auf dem 10- bzw. 30-mm-Rundloch-Prüfsieb nach einer Trommelungsdauer von vier Minuten (100 U) bestimmt worden sind.

Betrachtet man zunächst die Koksdruckfestigkeiten der Einzelproben, so überrascht der außerordentlich breite, von 10,9 kp/cm² bis 617,6 kp/cm² reichende Streubereich. Allein hieraus geht hervor, daß wiederum starke Unregelmäßigkeiten der auf den Einzel- und Faziesprofil-Mittelwerten aufbauenden Schwankungsbereiche zu verzeichnen sind. Immerhin führen sie im Falle der Einzelwerte zum gegenseitigen Ausschluß von ug-Kohle des Tagebaues Kleinleipisch (228,7 bis 617,6 kp/cm²) und g- bzw. x-Kohlen (11,6 bis 216,5 kp/cm²) des gleichen Aufschlusses (Tabelle 16). Bei Klettwitz trennt sich die ug- (259,8 bis 364,8 kp/cm²) von der g- und x-Kohle (10,9 bis 138,9 kp/cm²). Sg-Kohle greift in beide Merkmalsbereiche ein. Legt man die Faziesprofilmittelwerte zugrunde, dann trennen sich in beiden Feldesteilen ug- von sg-Kohlen und diese (bis auf Profil F) von g- und x-Fazies. Die beiden letzteren überschneiden sich regellos, regionale Abhängigkeiten sind nicht zu erkennen (Bild 35). Die Mittelwerte der Feldesteile zeigen einheitlich die Tendenz der Abnahme in der Reihe ug — sg — g — x: 385,3 / 298,2 kp/cm²; 197,8 / 175,5 kp/cm²; 114,1 / 83,9 kp/cm²; 65,8 / 54,9 kp/cm². Dabei schneiden die Werte der Klettwitz-Kohlen wiederum ungünstiger ab, eine Relation, welche schon am Beispiel der Brikettfestigkeiten erkannt wurde. Koks aus ts-Kohle nimmt mit 262,5 kp/cm² Druckfestigkeit eine erstaunlich gute Stellung zwischen sg- und ug-Fazies ein, während Koks aus do-Kohle mit 40,5 kp/cm² entschieden am schlechtesten abschneidet. Wenn bereits an dieser Stelle ein Blick auf mögliche rohstoffliche Ursachen der stark schwankenden Koksdruckfestigkeit von x-Kohle gestattet ist, so kann auf umgekehrte Proportionalität zwischen Innenkapillarschrumpfung und Festigkeitskennziffer aufmerksam gemacht werden, d. h., je höher der Vergelungsgrad ist, um so geringer ist die Koksdruckfestigkeit. Ausführlichere Darstellungen sind dem Abschnitt 9. vorbehalten.

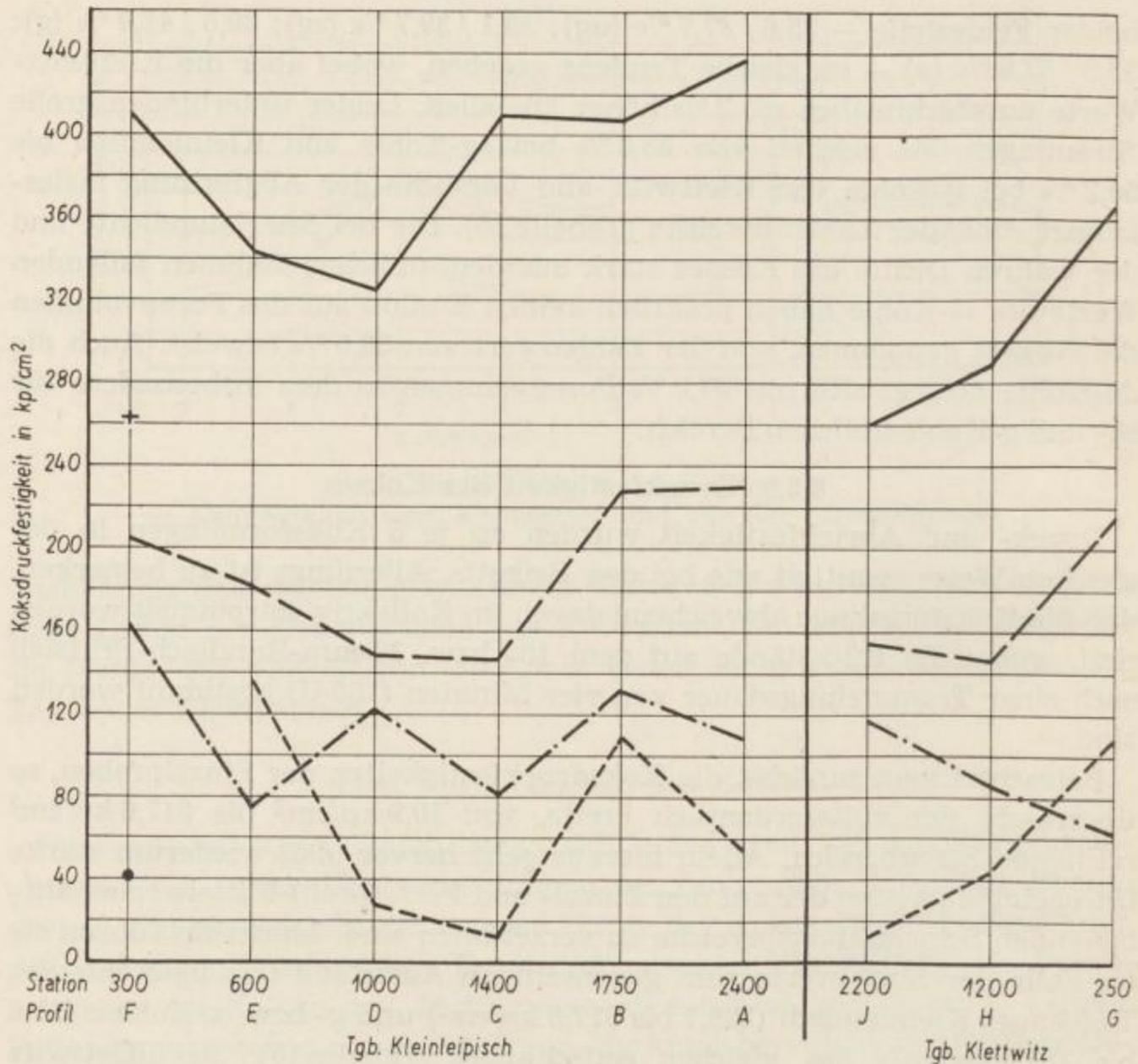


Bild 35. Koksdruckfestigkeit
in Abhängigkeit vom Kohlenfeld und von der Strossenlänge

8.5.10. Abriebfestigkeit des Kokes

Die Werte des Koksabriebrückstandes $+ 30$ mm bzw. $+ 10$ mm stimmen in ihrer Tendenz nicht nur untereinander weitgehend überein, sondern sie zeigen auch beachtliche Parallelen zur Koksdruckfestigkeit. Der Stückkoksanfall $+ 30$ mm macht lediglich insofern eine Ausnahme, als sich für Kohlen des Feldes Kleinleipisch das Maximum beim schwach geschichteten Lithotyp einstellt (Tabelle 16). Jüngere Untersuchungen konnten diese Erscheinung für sg-Kohle als typisch bestätigen [45], wengleich auch die von uns bearbeiteten sg-Kohlen des Feldesteiles Klettwitz gegen die vorgenannte Verallgemeinerung verstoßen. Im folgenden soll nur der Abriebrückstand $+ 10$ mm einer näheren Betrachtung unterzogen werden, da er uns für die Beurteilung der inneren Festigkeit der Formlinge geeigneter erscheint (Bild 36).

Die graphische Darstellung der die Faziesprofilmittelwerte verbindenden Linien gibt, zumindest im Feldesteil Kleinleipisch, die normale Abfolge

Tabelle 16. Ergebnisse der Verkokungsversuche an Laboratoriumsbriketts – Festigkeitseigenschaften der Koksbricketts

Kenngröße	Dimen- sion	Minimalwerte				Maximalwerte				Faziesmittelwerte					
		ug	sg	g	x	ug	sg	g	x	ug	sg	g	x	ts	do
Druckfestigkeit des Kokes	[kp/cm ²]	228,7	78,1	31,5	11,6	617,6	318,0	213,5	153,0	385,3	197,8	114,1	65,8	262,5	40,5
Druckfestigkeit des Kokes	[kp/cm ²]	259,8	50,9	38,0	10,9	364,8	278,1	138,9	135,8	298,2	175,5	83,9	54,9	—	—
Abriebfestig- keit d. Kokes + 30 mm	[%]	19,6	58,7	12,8	0,0	98,8	97,5	96,1	92,6	83,0	90,4	74,1	60,0	18,8	0,0
Abriebfestig- keit d. Kokes + 30 mm	[%]	94,0	0,0	24,9	0,0	97,3	97,8	94,4	90,4	95,8	76,4	76,2	37,2	—	—
Abriebfestig- keit d. Kokes + 10 mm	[%]	95,9	88,6	64,8	14,3	98,8	97,9	97,2	92,6	97,4	94,3	87,8	67,2	73,2	34,1
Abriebfestig- keit d. Kokes + 10 mm	[%]	94,0	55,3	58,4	3,5	97,3	97,8	94,4	90,4	95,8	89,5	86,8	59,3	—	—
Druckfestig- keitsverhältnis	[%]	98,7	48,0	30,1	3,2	306,4	187,3	150,6	115,1	181,1	114,5	80,5	30,3	94,9	40,5
Druckfestig- keitsverhältnis	[%]	152,0	65,7	19,8	17,0	294,7	276,2	88,7	93,3	195,3	126,6	58,5	47,1	—	—
Verhältnis der Abrieb- festigkeiten	[%]	99,4	93,4	74,2	14,7	103,7	103,5	103,9	98,9	101,7	100,0	95,1	71,9	73,6	40,6
Verhältnis der Abrieb- festigkeiten	[%]	99,7	64,0	82,5	10,6	102,7	103,7	100,3	100,7	100,8	96,4	94,9	69,0	—	—

Koksformlinge und Ergebnisse der Verkokung

61

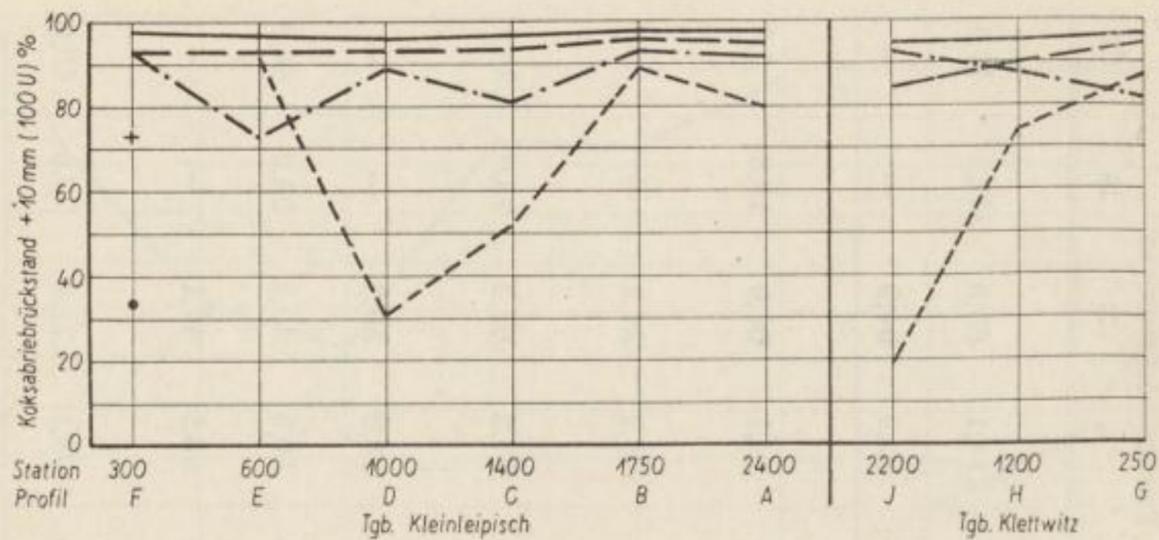


Bild 36. Koksabriebrückstand + 10 mm
in Abhängigkeit vom Kohlenfeld und von der Strossenlänge

ug — sg — g — x zu erkennen, im Feld Klettwitz vertauschen sg- und g-Kohle im Profil I ihre Plätze. In der genannten Reihenfolge nimmt gleichzeitig die Schwankung der Faziesprofilmittelwerte zu, so daß x-Kohle erneut als heterogener Lithotyp hervortritt. Der starke „Einbruch“ der Abriebfestigkeit von x-Kohle des Profils D geht erneut zu Lasten der fraglichen x-Fazies im oberen Flözdrittel. Mit nur 14,3 % Rückstand wurde der für alle Proben des Feldes Kleinleipisch niedrigste Wert gemessen (Tabelle 16). Bemerkenswert bleibt weiterhin der gegenseitige Ausschluß der Koksabriebfestigkeiten von ug-, sg- und g-Kohle des Tagebaues Kleinleipisch, dementsprechend stufen sich die Faziesmittelwerte deutlich ab: 97,4 / 95,8 % (ug); 94,3 / 89,5 % (sg); 87,8 / 86,8 % (g); 67,2 / 59,3 % (x). Dabei wurde analog zu den bereits bekannten Festigkeitskennziffern die absolute Höhe des Koksabriebrückstandes für Klettwitz ein wenig niedriger vorgefunden. Koks aus ts-Kohle rangiert mit 73,2 % vor, do-Kohle mit 34,1 % Rückstand + 10 mm nach der x-Kohle, sie sind demnach verkokungsfeindlich. Nahezu überflüssig ist die Feststellung, daß sich die Merkmalsbereiche der Einzelmessungen wiederum sehr stark überschneiden. Damit entfällt die Möglichkeit, aus Einzelwerten des Koks-Abriebrückstandes die zugeordnete Fazies erkennen zu können.

8.6. Gegenüberstellung der die Festigkeit von Briketts und Koks charakterisierenden Werte

Die absoluten Werte der Druck- und Abriebfestigkeit von Briketts und Koksformlingen geben für sich allein betrachtet bekanntermaßen noch keine allgemeingültige Erklärung für das verschiedene Verkokungsergebnis bei den einzelnen Fazies ab. Daher wurden beide Kenngrößen der Festigkeitsbestimmung am Koks zu den analogen Festigkeitskennziffern der Briketts ins Verhältnis gesetzt. Das Ergebnis findet als Prozentwert Ausdruck (Tabelle 16).

8.6.1. Verhältnis der Druckfestigkeiten Koks / Brikett

Die Fazieslinien beider Feldesteile schließen sich zwar untereinander nicht ganz aus, immerhin ist die schon von den absoluten Werten der Druckfestigkeit vorgezeichnete Faziesabfolge auch am Beispiel der Verhältniszahl K_{dK} / K_{dB} erkenntlich (Bild 37). Demnach sinkt die Koks-festigkeit in der Reihe ug – sg – g – x, was auch die Faziesmittelwerte 181,1 / 195,3 ‰ (ug); 114,5 / 126,6 ‰ (sg); 80,5 / 58,5 ‰ (g); 30,3 / 47,1 ‰ (x) eindeutig beweisen. Hierbei schwanken die Einzelwerte in weiten Grenzen (Tabelle 16), so daß wiederum keine Ausschließlichkeit besteht. Allerdings sind die Überschneidungen der Bereiche bei ug-, sg- und g-Kohle relativ gering. Der niedrigste Wert für ug-Kohle wird z. B. dreimal geringfügig von Werten der sg-Kohle und einmal ein wenig von einem Wert der g-Kohle übertroffen. Ein Wert der g-Kohle übertrifft alle Werte der sg-Kohle und ein weiterer Wert übertrifft eine Kleinigkeit den niedrigsten Wert der sg-Kohle. Briketts aus ts-Kohle haben mit 94,9 ‰ eine nur geringe, die von do-Kohle bei 40,5 ‰ eine sehr beträchtliche Einbuße an Druckfestigkeit während der Verkokung.

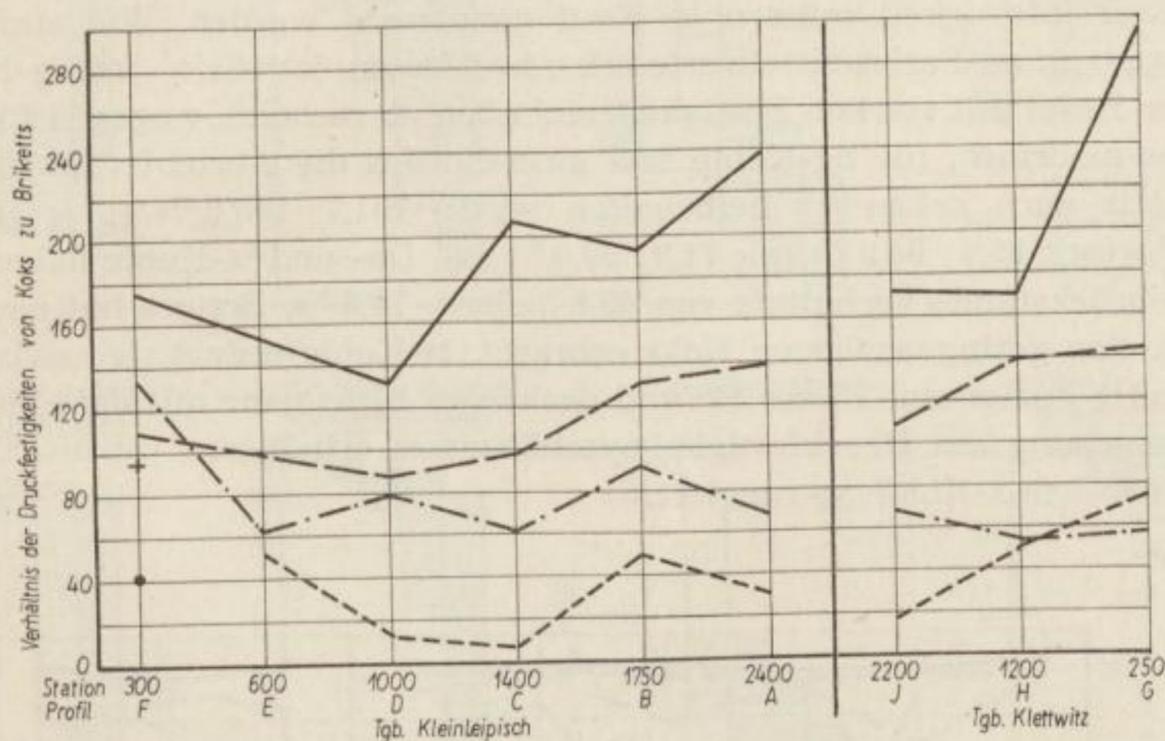


Bild 37. Verhältnis der Druckfestigkeiten von Koks zu Briketts in Abhängigkeit vom Kohlenfeld und von der Strassenlänge

Betrachtet man die Mittelwerte der Feldesteile im Zusammenhang, dann zeigt sich, daß die qualitativ besseren Briketts von ug-, sg- und x-Kohle des Tagebaues Kleinleipisch (Tabelle 14) bei thermischer Beanspruchung verhältnismäßig mehr von der vorgegebenen Druckfestigkeit einbüßen, als es bei den festigkeitsmäßig schlechteren Klettwitz-Briketts gleicher Fazies der Fall ist (Tabelle 16). Für g-Kohle besteht ein umgekehrtes Verhältnis, d. h., die qualitativ etwas schlechtere Kleinleipisch-Fazies übersteht den Verkokungsprozeß mit geringerer Festigkeitseinbuße. Weiterhin lassen die

Faziesverhältniszahlen darauf schließen, daß bei ug- und sg-Kohle sowie unter günstigen Umständen noch bei einem Teil der g-Kohle die Ausgangsdruckfestigkeit der Briketts auch bei den Koksformlingen erhalten bleibt. Das ist bei x-Kohle in der Regel kaum zu erwarten.

8.6.2. Verhältnis der Abriebrückstände Koks / Brikett (+ 10 mm, 100 U)

Das Verhältnis der Abriebrückstände zeigt sowohl für die in Bild 38 dargestellten Fazieslinien als auch die Feldesteilmittelwerte die gleiche ug – sg – g – x-Abfolge, welche schon am Druckfestigkeitsverhältnis vorgefunden wurde: 101,7 / 100,8 ‰ (ug); 100,0 / 96,4 ‰ (sg); 95,1 / 94,9 ‰ (g); 71,9 / 69,0 ‰ (x). Im Gegensatz zum Verhältnis K_{dK} / K_{dB} schneiden dabei die von Haus aus schlechteren Klettwitz-Briketts stets ungünstiger ab, als ihre faziell vergleichbaren Partner des Feldes Kleinleipisch. Bei genauer Betrachtung der den Streubereich charakterisierenden Minimal- und Maximalwerte ergibt sich weiterhin, daß von ug- zu x-Kohle der untere Merkmalswert stark abfällt, indessen der obere nahe bei oder über 100 ‰ verharrt – mit anderen Worten: je höher der makroskopisch sichtbare Anteil an Geweberesten wird, um so stärkere Schwankungen und Einbußen der Koksabriebfestigkeit müssen in Kauf genommen werden. Wie auch die nachgenannten Faziesmittelwerte erkennen lassen, ist für x- und g-Kohle in der Regel mit starken Festigkeitseinbußen zu rechnen, wogegen für sg-Fazies mehrfach, für ug-Kohle fast ausnahmslos die Abriebfestigkeit des Briketts auch koksseitig beibehalten wird: 101,7 / 100,8 ‰ (ug); 100,0 / 96,4 ‰ (sg); 95,1 / 94,9 ‰ (g); 71,9 / 69,0 ‰ (x). Do- und ts-Kohle haben ein Abriebrückstands-Verhältnis von 40,6 ‰ bzw. 76,6 ‰. Erstere hat nach x-Kohle den geringwertigsten Koks erbracht, ts-Kohle ordnet sich zwischen x- und g-Fazies ein. Dieser Befund deckt sich nicht ganz mit dem bei der Untersuchung des Druckfestigkeitsverhältnisses erhaltenen, wo do-Kohle noch vor dem x-Kohletyp rangiert.

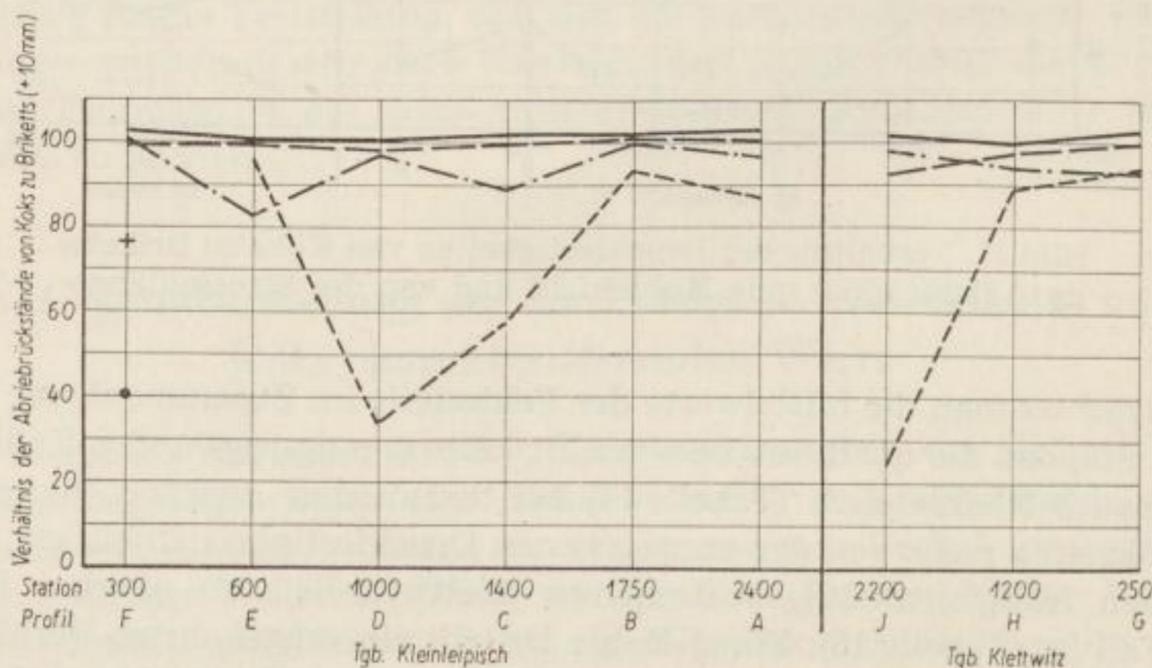


Bild 38. Verhältnis der Abriebrückstände von Koks zu Briketts (+ 10 mm) in Abhängigkeit vom Kohlenfeld und von der Strossenlänge

8.7. Zusätzliche Auswertung der Brikett- und Koksfestigkeitskennziffern für den Tgb. Kleinleipisch

Das Kohlenfeld Kleinleipisch bildet die wichtigste Rohstoffbasis für die Braunkohlenkokerei Lauchhammer. Daher sollen die folgenden zusätzlichen Auswertungen des vorhandenen Zahlenmaterials auf den Feldesteil Kleinleipisch beschränkt bleiben, zumal von hier auch die Mehrzahl der untersuchten Proben stammt.

Im Bild 39 sind die Schwankungsbereiche der Fazieseinzelwerte, der Faziesprofilmittelwerte (ausgezogene Linien in den Säulendiagrammen) sowie der Feldesteil-Mittelwert (gestrichelte Linie) für die Brikett- und Koksfestigkeitskenngrößen der ug-, sg-, g- und x-Kohle dargestellt.

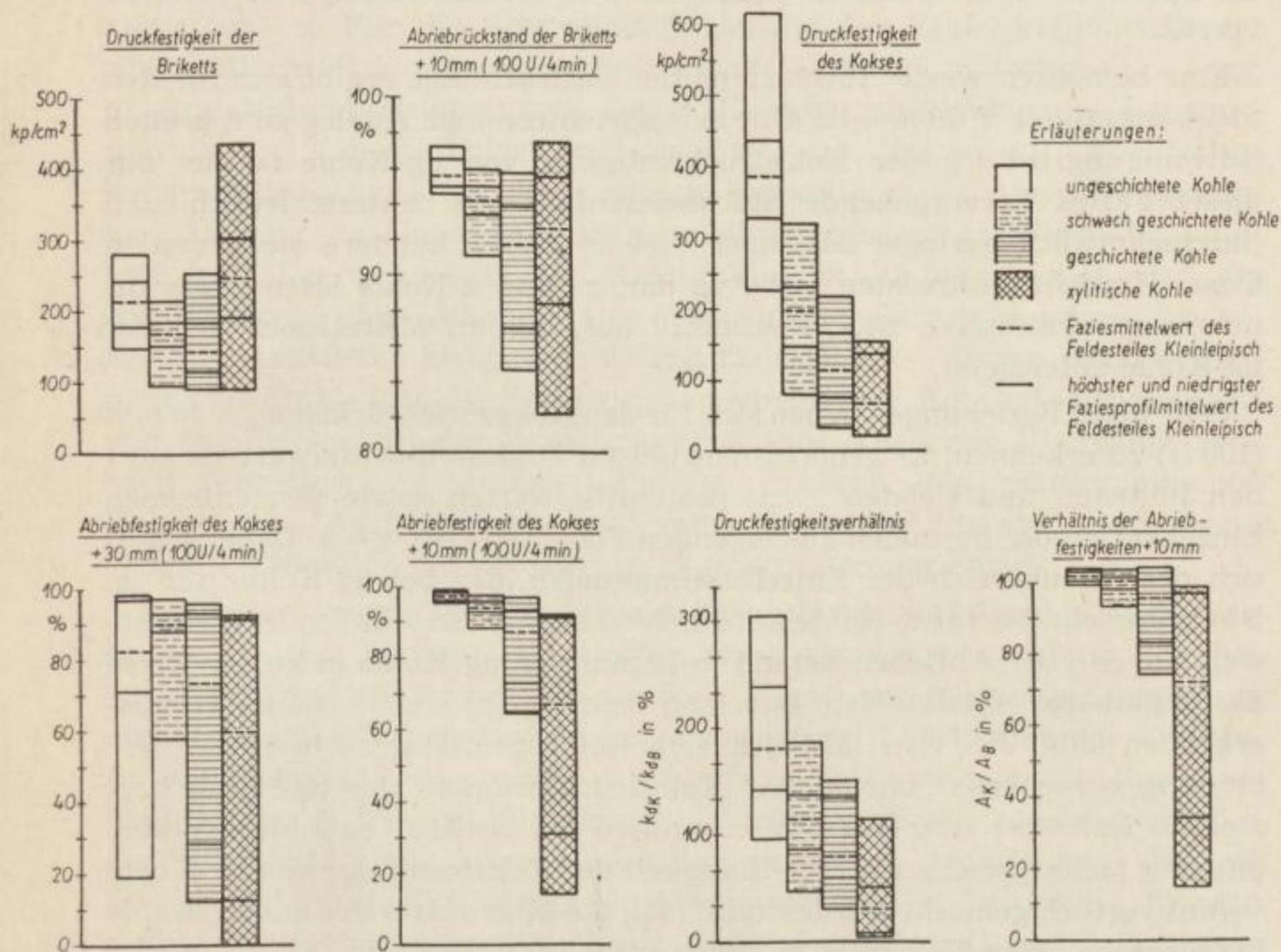


Bild 39. Schwankungsbereiche der Fazieseinzel-, Faziesprofil- und Feldesteilmittelwerte von Brikett- und Koksfestigkeitskennziffern (Kohlenfeld Kleinleipisch)

Für die *Brikettendruckfestigkeiten* ergibt sich keine systematische, faziell bedingte Abstufung der Schwankungsbereiche. X-Kohle schließt mit dem höchsten Mittelwert alle weiteren Kohletypen ein. Wie bekannt, fällt ohne wesentliche Veränderung der Streuungsbereiche die Brikettendruckfestigkeit in der Reihe ug — sg — g.

Ein völlig anderes Bild bietet die *Abriebfestigkeit*. Wohl bleibt die relative Abfolge der Feldesteilmittelwerte erhalten (d. h. Rückgang von ug- über sg- zu g-Kohle und erneuter Anstieg bei x-Kohle), doch zeigt sich erstmals eine systematische, von ug- zu x-Kohle stetig stärker werdende Streuung der Einzelwerte, wobei die untere Merkmalsgrenze beachtlich fällt. Die Herstellung von Briketts sehr einheitlicher Abriebfestigkeit wird sich demnach insbesondere auf sg- und ug-Kohlen stützen müssen, eine Beobachtung, die vor allem bei der Koksabriebfestigkeit + 10 mm ihre Bestätigung findet (s. u.).

Bezüglich der *Koksdruckfestigkeit* erweist sich ug-Kohle als heterogener, dennoch aber bester Kohletyp. In der Reihe sg-g-x fällt bei gleichzeitiger Einschränkung des Schwankungsbereiches der Einzelwerte der für das Gesamtfeld geltende Mittelwert sehr stark ab. Wir erinnern daran, daß für die Brikettdruckfestigkeit die x-Kohle wiederum ansteigende Tendenz verriert.

Eine bemerkenswerte Abweichung der Faziesabfolge ergibt sich für den *Stückkoksanfall* + 30 mm im Gut der Abriebtrommel. Analog zum breiten Schwankungsbereich der Koksdruckfestigkeit von ug-Kohle ist der aus dieser Fazies hervorgehende Stückkoksanfall sehr unterschiedlich und durchschnittlich geringer als jener von sg-Kohle. Letztere stellt den in dieser Hinsicht optimalsten Lithotyp dar, g- und x-Kohle lösen einen zunehmend schlechteren Stückkoksanfall aus, der im Mittel noch den der ug-Kohle unterbietet.

Sehr klare Beziehungen geben sich für den *Koksabriebrückstand* + 10 mm (100 U) zu erkennen. Er gehorcht sowohl im Feldesteil-Mittelwert als auch den höchsten und tiefsten Faziesprofilmittelwerten sowie den extremen Einzelwerten der normalen absteigenden Folge ug-sg-g-x. Dabei weitet sich der Streubereich der Einzelbestimmungen, der bei ug-Kohle nur ca. 3 % ausmacht, bis zur x-Kohle auf rd. 79 % aus (!). Erstaunlich ist die Feststellung, daß der Abriebrückstand + 10 mm von ug-Kohle in keiner Weise das ungünstige Abschneiden derselben beim Rückstand + 30 mm vorauserkennen läßt. Viel eher läßt sich vom Heterogenitätsgrad her eine Verbindung zur ebenso „unruhigen“ Koksdruckfestigkeit der ug-Kohle herstellen. *Rammler* und *Wünsch* erkannten inzwischen, daß hierfür eine offenbar faziestypische stärkere Rissigkeit der Koksformlinge von ug-Kohle verantwortlich gemacht werden muß [45], die Mikrohärtigkeit des aus ug-Kohle hervorgegangenen Kokses wird davon nicht beeinträchtigt.

Das *Druckfestigkeitsverhältnis* wiederholt lediglich die schon von der Koksseite her bekannte Abfolge ug-sg-g-x, wobei auch ug-Kohle erneut mit dem gegenüber den drei übrigen Fazies größten Schwankungsbereich in Erscheinung tritt. Die starke Streuung der Brikettdruckfestigkeiten von x-Kohle wird durch die Verhältniszahl unterdrückt.

Durch die ständige Zunahme der absoluten Schwankungsbreite von ug- zu x-Kohle weist das *Abriebfestigkeitsverhältnis* die wahre technologische Natur der vier Faziestypen am besten aus. Die homogene petrographische

Beschaffenheit von sg- und ug-Kohle hat eine befriedigende Stabilität der Koksabriebfestigkeit zur Folge (schließt man die Frage des Stückkoks-anfalles von den Betrachtungen aus). Der petrographisch heterogene Charakter von g- und x-Kohle hindert die Ausbildung einer einheitlichen, festigkeitsmäßig hochwertigen Koksqualität.

Zusammenfassend kann gesagt werden: Mit Ausnahme der Abriebfestigkeiten von aus sg- und ug-Kohlen hervorgegangenen Briketts und Koksformlingen sowie der entsprechenden Verhältniszahlen ergeben sich für alle weiteren Kenngrößen breite, sich zumeist gegenseitig überschneidende Streubereiche. Insbesondere x-Kohle fällt durch starke Schwankungen der Meßergebnisse auf, das entspricht letztlich ihrem außerordentlich wechselhaften petrographischen Charakter. Die Schwankungsbereiche der Einzelwerte schließen sich nur in folgenden Fällen aus: Koksdruckfestigkeit ug — (g, x), Koksabriebfestigkeit + 10 mm ug — x, Verhältnis der Abriebfestigkeiten ug — x. Für die Schwankungsbereiche der Faziesprofilmittelwerte sind häufigere Trennungen zu beobachten: Brikettdruckfestigkeit x — (sg, g), Brikettabriebfestigkeit ug — (sg, g), Koksdruckfestigkeit ug — (sg, g, x) und sg — x, Koksabriebfestigkeit + 10 mm ug — (sg, g, x), Druckfestigkeitsverhältnis ug — (sg, g, x) und sg — x sowie g — x, Abriebfestigkeitsverhältnis ug — x. Ungeachtet der zweifellos gegebenen faziellen Abhängigkeit fast aller technologischen Kenngrößen bleibt festzustellen, daß die Identifizierung des Lithotyps aus dem Einzelmeßergebnis unmöglich ist. Erst die statistische Zusammenfassung faziesgleicher Untersuchungsergebnisse gibt Einblick in die Beziehungen zwischen der Rohstoffbeschaffenheit und der Eigenschaft des Veredlungsproduktes. Fließende Übergänge zwischen genetisch verwandten Lithotypen prägen den petrographischen Habitus der Lagerstätte, sie bestimmen in „letzter Instanz“ auch die in vielem verwandten technologischen Eigenschaften der Fazies.

Schließlich wurde für die auf vier Hauptfazies entfallenden 75 Einzelproben bei den Festigkeitskennziffern eine Art der Auswertung gewählt, die sich formal an die aus der Großzahl-Forschung bekannte Darstellung der Summenhäufigkeitskurven im kartesischen Koordinatennetz anlehnt. Im vorliegenden Falle wurden dabei auf der Ordinate nicht die Summenhäufigkeiten in Prozent für einzelne Merkmalsklassen, sondern lediglich die Summenprozentanteile über Merkmalseinzelwerten aufgetragen (Bild 40 bis 46). Für eine Aufteilung der Merkmalswerte in bestimmte Klassen reichte das Zahlenmaterial nicht aus. Das war auch der Grund dafür, keine Abgrenzung der T 90-Spanne vorzunehmen.

Im Bild 40 sind die Summenprozentkurven der *Brikettdruckfestigkeiten* dargestellt. Es ergibt sich keine klare Faziesabfolge, da x-Kohle die Schwankungsbereiche aller übrigen Fazies einschließt (ca. 95 bis 440 kp/cm²). Dazu kreuzt die g-Kohle die Kurve der sg-Fazies.

Analoge Erscheinungen treten bei den *Brikettabriebrückständen + 10 mm* auf (Bild 41), wo die x-Kohle mit Werten zwischen rd. 82 % und 97,5 % ihre dominierende, alle übrigen Fazieseinzelwerte einschließende Rolle

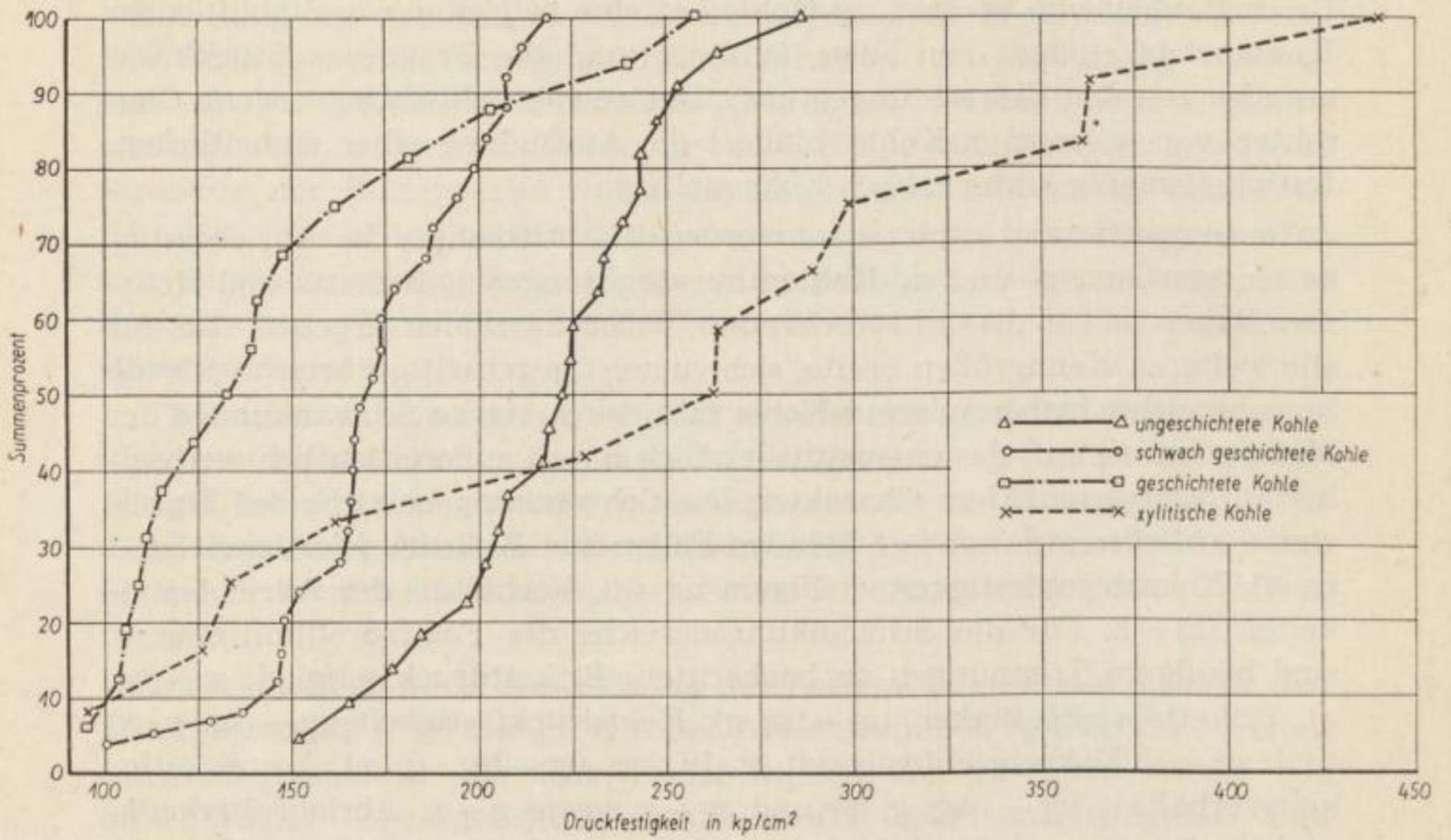


Bild 40. Druckfestigkeit der Briketts

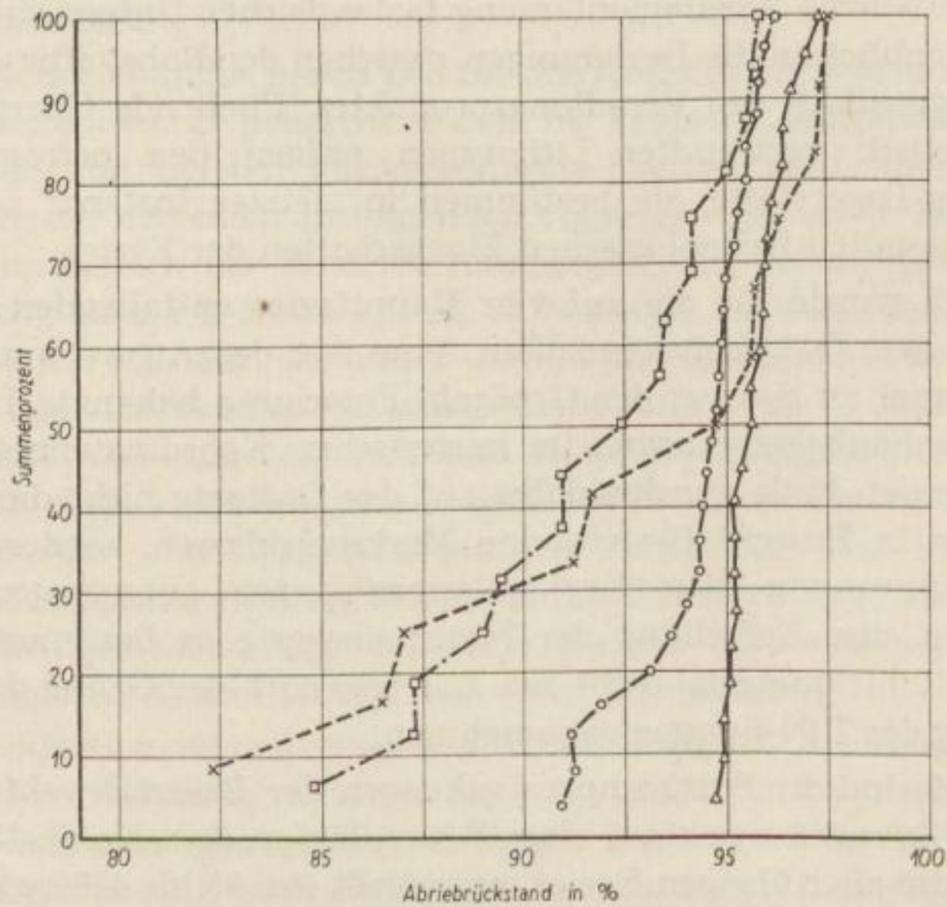


Bild 41. Brikettabriebrückstand + 10 mm (Einzeltrummelung)

spielt. Wenngleich sich keine weiteren Fazieslinien kreuzen, so ist doch erneut die gegenseitige Durchdringung aller Lithotypen ersichtlich.

Summenprozent

Ein weitaus klareres Bild zeichnet sich für die Summenprozentkurven der *Koksdruckfestigkeit* ab (Bild 42). Deutlich erkennt man, daß ug-Kohle den größten Streubereich aufweist, in Richtung sg — g — x-Kohle engt sich das Ausmaß der Schwankungen ein, wie auch die absolute Koksdruckfestigkeit stetig sinkt. Im Gegensatz zur Brikettdruckfestigkeit findet keine Kreuzung der Fazieslinien statt. Ein Übergreifen der Einzelwerte von ug-Kohle in den Merkmalsbereich der g- und x-Fazies unterbleibt.

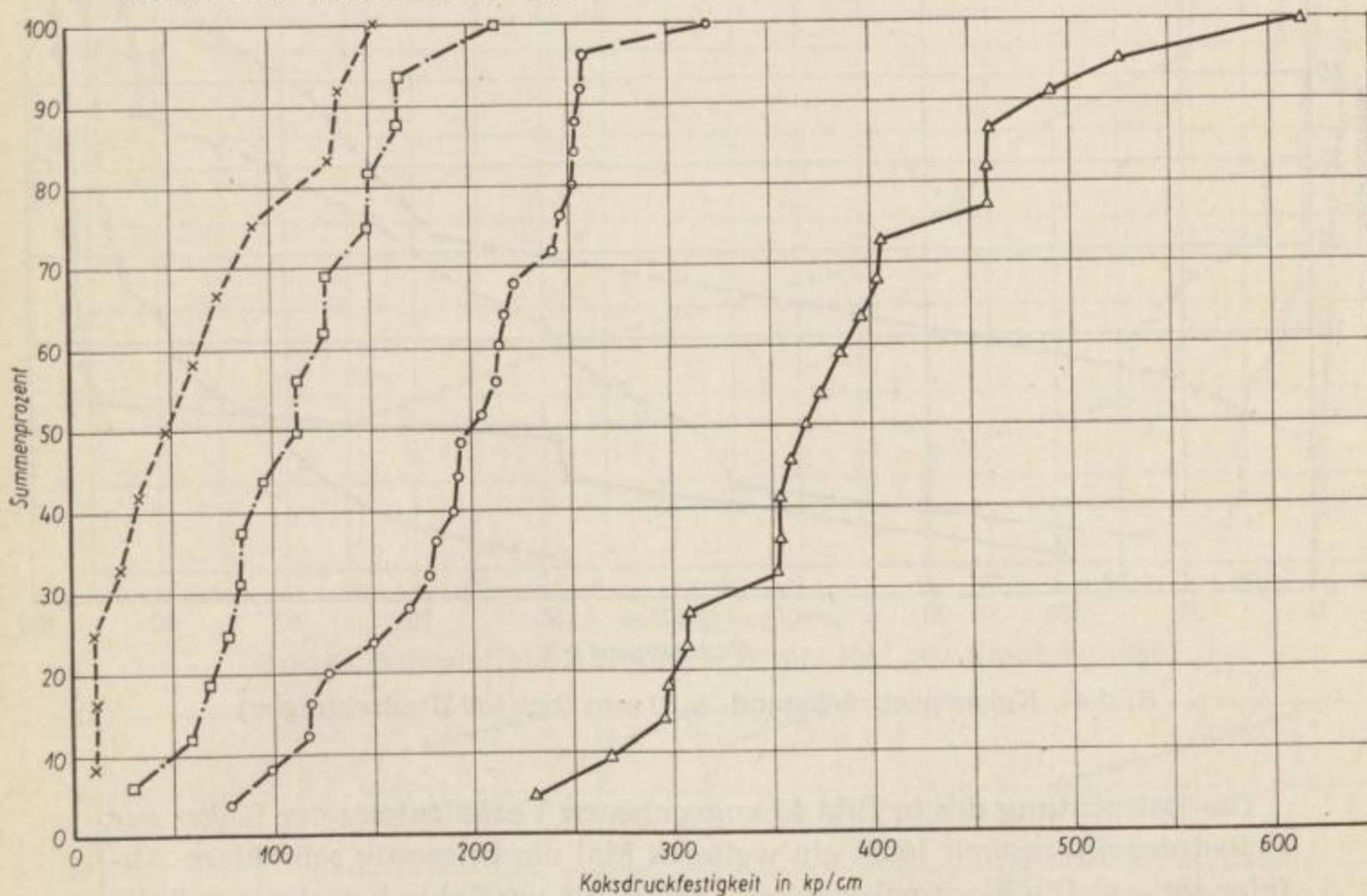


Bild 42. Koksdruckfestigkeit

Der in Bild 43 aufgetragene *Koksabriebrückstand* + 30 mm zeigt zwar gleichfalls die Abfolge ug — sg — g — x-Kohle, doch ist hier außer der gegenseitigen Durchdringung der Einzelwerte sogar eine Überschneidung der Summenprozentkurven von ug- und sg-Kohle zu verzeichnen. Während $\frac{3}{4}$ aller Werte der letztgenannten Fazies mindestens 85 % Abriebrückstand + 30 mm aufzuweisen haben, zeigt ug-Kohle bei den verbliebenen 25 % aber auch solche von ca. 20 %, wogegen bei sg-Kohle der tiefste Wert noch rd. 58 % beträgt.

Im Gegensatz dazu lassen die *Koksabriebrückstände* + 10 mm eine Kreuzung der Fazieskurven vermissen (Bild 44). Ug- und x-Kohle schließen sich völlig aus, die Schwankungsbereiche von ug- und sg-Fazies sind sehr klein. Andererseits findet aber noch eine genügende Durchdringung der Fazies-Merkmalbereiche statt. Bemerkenswert ist (die hier graphisch nicht weiter erläuterte, auch für die vorgenannten Kenngrößen zutreffende) Beobachtung, daß keinem der Einzelschlitz die alleinige Verantwortung für die schlechten Qualitätswerte zugeschrieben werden kann.

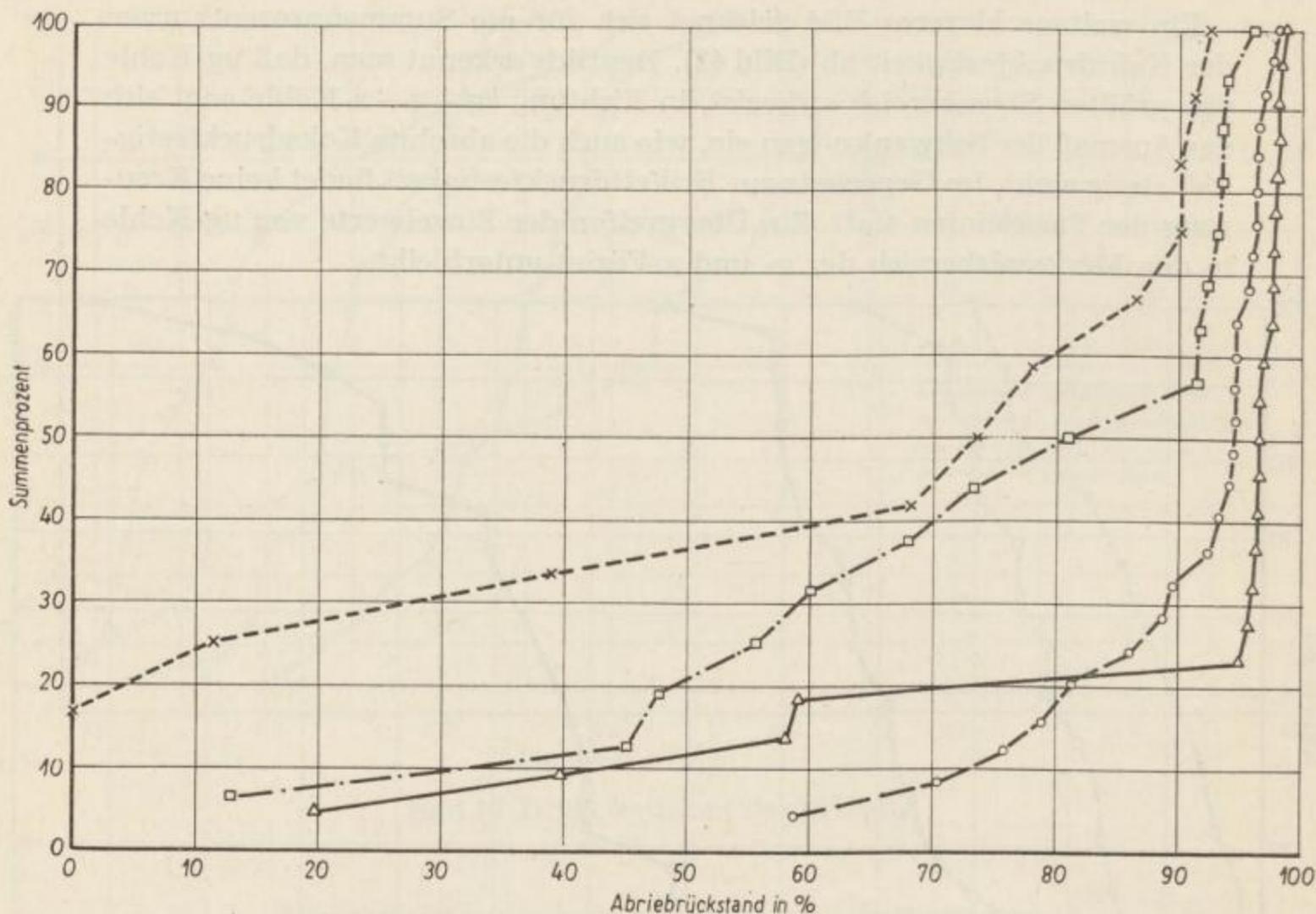


Bild 43. Koksabriebrückstand + 30 mm (bei 100 Umdrehungen)

Die Betrachtung des in Bild 45 angegebenen *Verhältnisses der Koks- zur Brikettendruckfestigkeit* lehrt ein weiteres Mal die bekannte sehr klare Abfolge $ug - x$. Die Merkmalswerte $\geq 100\%$ für ug -Kohle beweisen, daß die erzielte Koksdruckfestigkeit nie unter die Druckfestigkeit der Ausgangsbriketts gefallen ist. Bei sg -Kohle trifft das für rd. 35% , bei g -Kohle für etwa 25% und bei x -Kohle für nur 3% aller Merkmalswerte zu. Insgesamt überschneiden sich sämtliche Merkmalsbereiche aller Fazies, nur x - und ug -Kohle können mit Vorbehalt anhand der Einzelwerte getrennt werden.

Schließlich ist noch das *Abriebrückstandsverhältnis (+ 10 mm)* zu erläutern (Bild 46). Der Verlauf der Fazieslinien weist große Ähnlichkeit zu dem Koksabriebrückstand + 10 mm auf (Bild 44). Nur im Falle der ug - und sg -Kohlen werden in größerem Maße Kennziffern oberhalb 100% — also Koksabriebrückfestigkeit besser als Brikettabriebrückfestigkeit — erreicht. Bei ug -Kohle liegen 85% , bei sg -Fazies 60% der Merkmalswerte über der 100% -Grenze — die entsprechenden Minimalwerte lauten $99,4\%$ bzw. $93,4\%$. Der Schwankungsbereich von g -Kohle hat sich beträchtlich ausgedehnt, die zugehörige Fazieslinie kreuzt sogar jene der sg -Kohle. Den größten Streubereich hat x -Kohle aufzuweisen ($14,7$ bis $98,9\%$), doch gelingt es ihr nicht, in den Bereich der ug -Kohle einzudringen, so daß wenigstens hier ein gegenseitiger Ausschluß der Einzelwerte besteht.

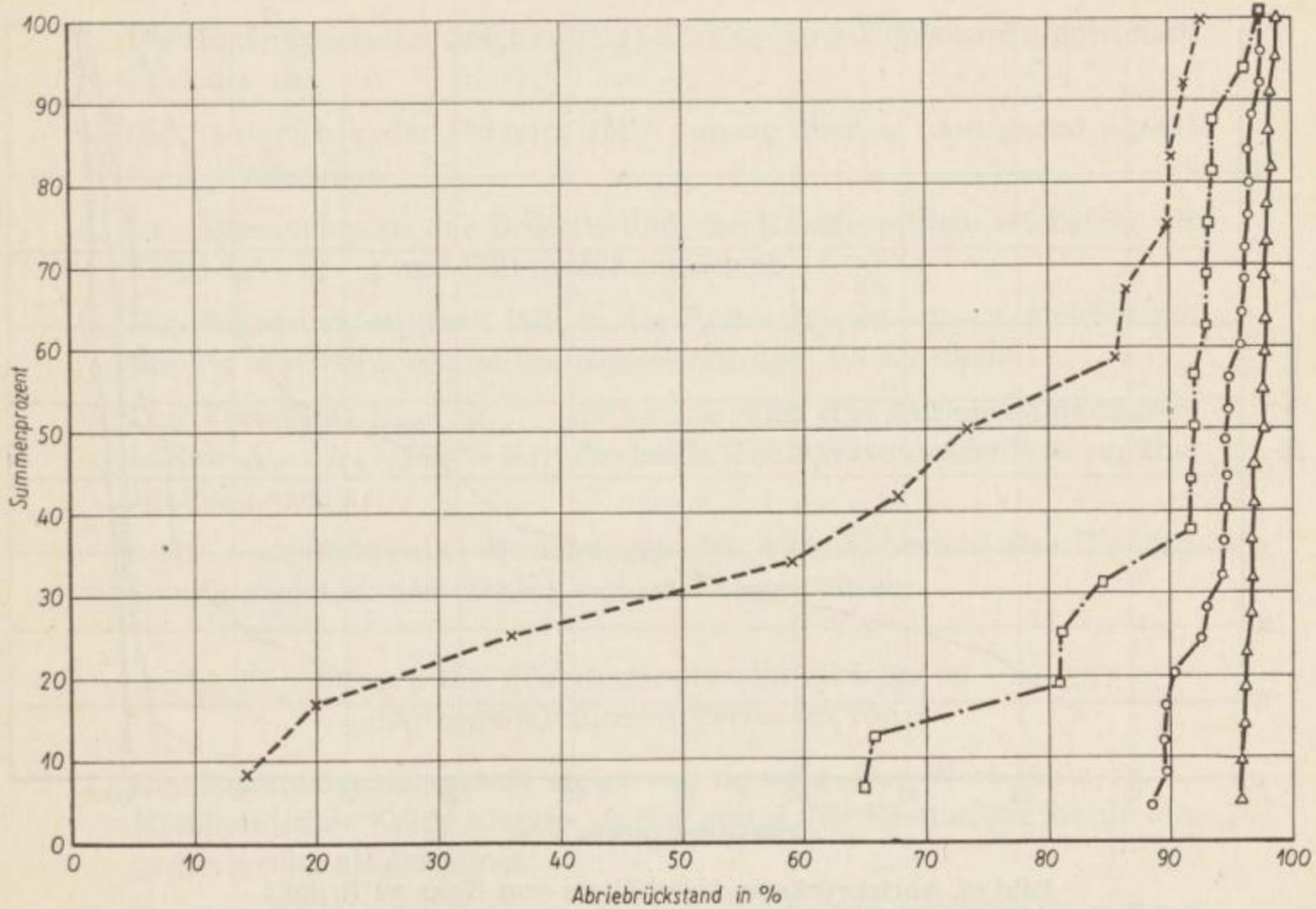


Bild 44. Koksabriebrückstand + 10 mm (bei 100 Umdrehungen)

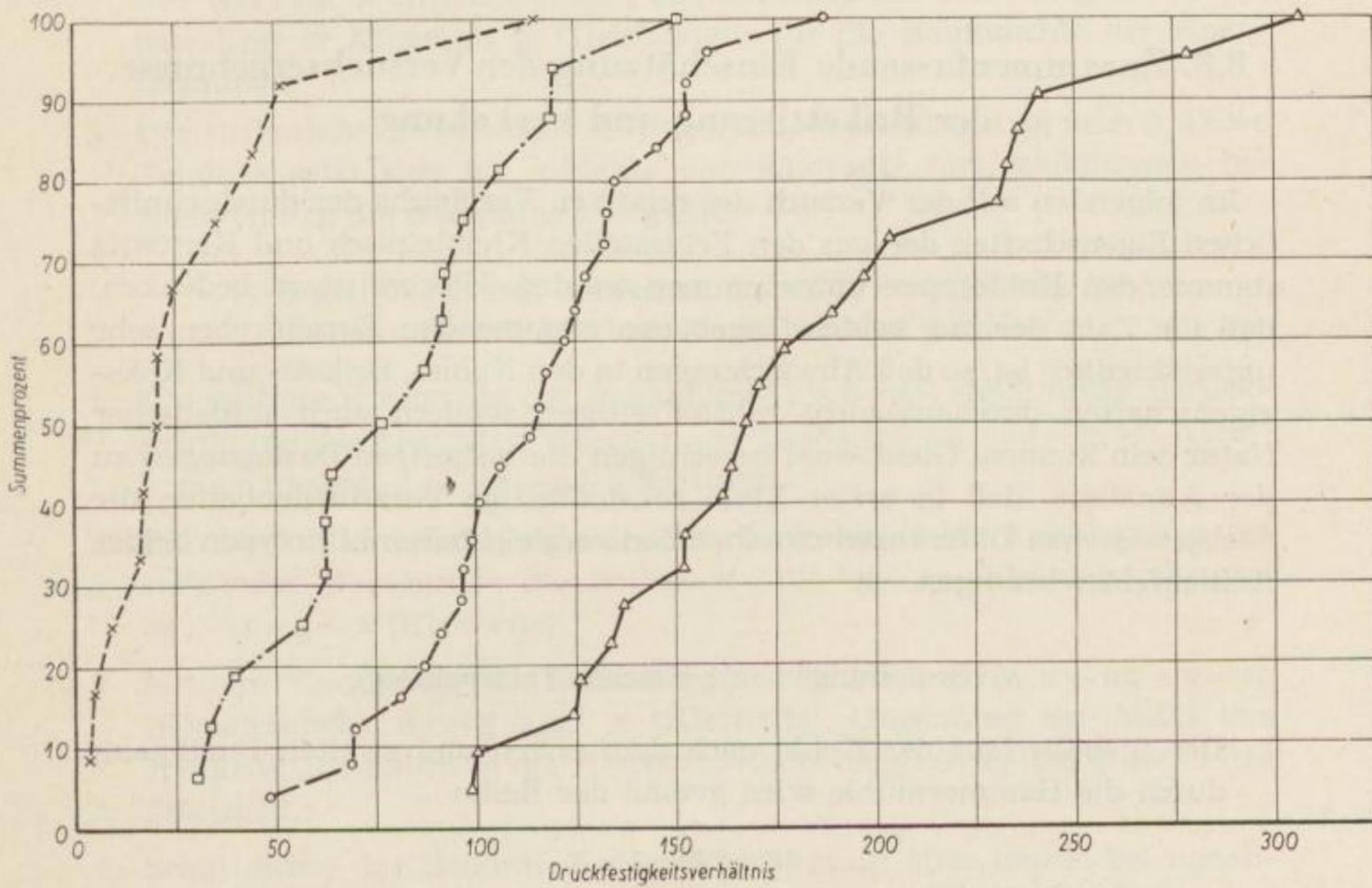


Bild 45. Druckfestigkeitsverhältnis von Koks zu Briketts

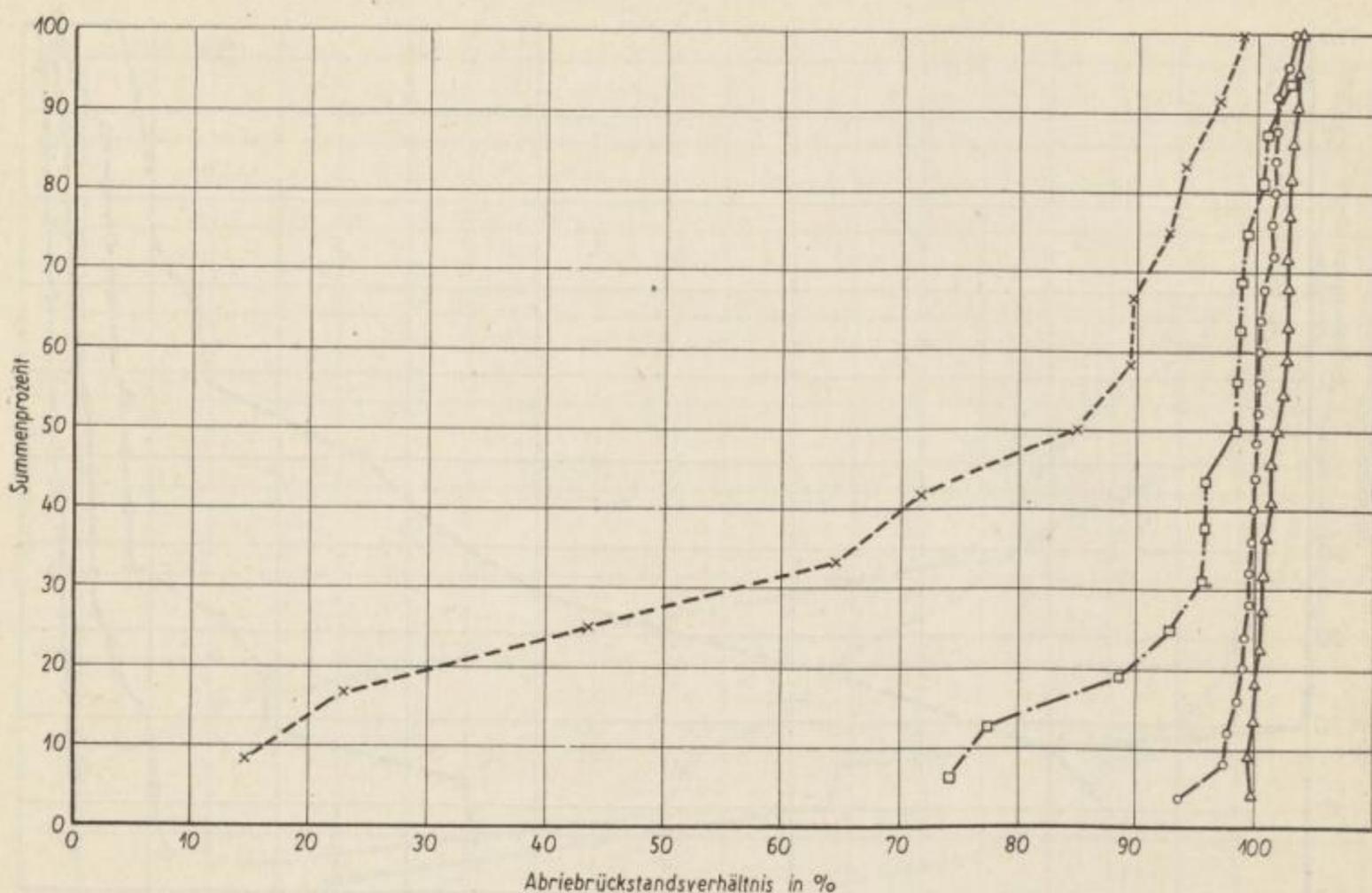


Bild 46. Abriebrückstandsverhältnis von Koks zu Brikett

8.8. Zusammenfassende Einschätzung der Versuchsergebnisse der Brikettierung und Verkokung

Im folgenden soll der Versuch des relativen Vergleichs der durchschnittlichen Eigenschaften der aus den Feldesteilen Kleinleipisch und Klettwitz stammenden Kohletypen unternommen werden. Hierbei ist zu bedenken, daß die Zahl der aus beiden Tagebauen stammenden Einzelproben sehr unterschiedlich ist, so daß Abweichungen in den Kohle-, Brikett- und Koks-eigenschaften durchaus nicht rohstoffseitiger, sondern auch statistischer Natur sein können. Gleichwohl berechtigen die bisherigen Darlegungen zu der Annahme, daß in erster Linie rohstoffseitige Verschiedenheiten die nachgewiesenen Differenzen zwischen den vergleichbaren Lithotypen beider Kohlenfelder bedingen.

a) Beziehungen mit gleicher Faziesabfolge

1. Der Siebüberlauf der Kohle nach dem ersten und zweiten Durchgang durch die Hammermühle wird gemäß der Reihe

$$ug - sg - g - x$$

von ug nach x größer.

2. Die Höhenexpansion steigt von ug- über sg- zu g-Kohle und nimmt nach x wieder ab.
3. Die Raumdichte der Briketts fällt von ug über sg nach g und nimmt für x wieder zu.
4. Das Porenvolumen der Briketts und der Koksformlinge wächst in der Folge ug — sg — g und fällt nach x wieder ab.
5. Die Koksdruckfestigkeit fällt in der Reihe ug — sg — g — x, gleiches gilt für den Abriebrückstand des Kokes auf dem 10-mm-Sieb.
6. Das Verhältnis $k_{dK} / k_{dB} \cdot 100\%$ wie auch das Abriebfestigkeitsverhältnis $A_K / A_B \cdot 100\%$ fällt für beide Kohleprovenienzen von ug über sg und g nach x.

In den wichtigsten aller Beziehungen (Nr. 4 bis 6) besteht also Übereinstimmung zwischen den Kohlen der zwei Lagerstätten.

b) Beziehungen mit übereinstimmender Abfolge ug — sg — g
aber gegensätzlichem Verhalten von x

1. Der Rohkohlewassergehalt steigt von ug zu g. Der Wert für x ist für Kleinleipischer Kohle kleiner als der von g, für Klettwitzer Kohle hingegen größer als der von g.
2. Die Schüttdichte der Rohkohle (0 bis 6 mm) fällt in der Folge ug — sg — g. Der Wert für x unterbietet im Falle Kleinleipisch den von g, für Klettwitz liegt er höher als g. Gleiches gilt für die Raumdichte der Koksformlinge.
3. Der Brikettabriebrückstand fällt übereinstimmend von ug nach g. Diese Tendenz setzt sich für x-Kohle von Klettwitz fort, wohingegen bei Kleinleipisch die Beziehung $x > g$ gilt.

c) Beziehungen mit übereinstimmender Abfolge ug — sg
aber unterschiedlichem Verhalten von g und x

1. Die mittlere Korngröße der Rohkohle (0 bis 6 mm) steigt unter Berücksichtigung der absoluten Werte in der Reihe x — ug — sg — g bei Kleinleipisch und ug — g — sg — x bei Klettwitz.
2. Für die mittlere Korngröße der Trockenkohle (0 bis 6 mm) gelten bei steigender Wertegröße die Reihen x — ug — g — sg (Kleinleipisch) und ug — sg — g — x (Klettwitz).
3. Mittlere Korngröße des Brikettiergutes (0 bis 1 mm): x — ug — g — sg (Kleinleipisch), ug — g — sg — x (Klettwitz). Gegenüber der MKG von Trockenkohle haben in der Klettwitz-Reihe lediglich sg und g die Plätze getauscht.
4. Schüttdichte der Brikettierkohle (0 bis 1 mm): Hier lauten bei abnehmender Schüttdichte die Reihen ug — g — sg — x (Kleinleipisch) und

x – ug – sg – g (Klettwitz). Man ersieht gerade an diesem Beispiel die Sonderstellung von x-Kohle des Tagebaues Klettwitz.

5. Die Dichte der Brikettsubstanz fällt bei Kleinleipisch in der Folge ug – sg – g – x, bei Klettwitz vertauschen sg und g die Plätze.
6. Die große Verschiedenheit der x-Kohlen beider Feldesteile manifestiert sich letztlich am Beispiel der Brikettdruckfestigkeiten. Sie fallen in den Reihen x – ug – sg – g (Kleinleipisch) und ug – g – sg – x (Klettwitz). Der bezogen auf die Druckfestigkeit brikettierfreundlichste Lithotyp des Tagebaues Kleinleipisch wird diesbezüglich im Nachbarfeld zum ungünstigsten Flözbestandteil.

d) Beziehungen ohne übereinstimmende Abfolgen

Hierzu zählen der Naturfeinkorngehalt – 6 mm sowie der Grobkornanteil + 60 mm. Weiterhin sind zu nennen: Breitenexpansion der Briketts, Kompressionsverhältnis, Koksausbeute, Höhen-, Volumen- und Gewichtschwund der Briketts bei thermischer Beanspruchung, Dichte der Koks-substanz.

So undurchsichtig die Ergebnisse der laboratoriumsmäßigen technologischen Untersuchungen oftmals auch sind, so ist doch bei abschließender Betrachtung ein sehr folgerichtiger Zusammenhang zu erkennen. Zunächst bestätigen die Rohkohlenkornzusammensetzung und das Zerkleinerungsverhalten auf der Hammermühle, daß die Kleinleipisch-Kohle „härter“ ist als die des Feldesteiles Klettwitz. Ein geringerer Wassergehalt der ersteren und durchschnittlich höhere mittlere Korngrößen bei Roh- und Trockenkohle 0 bis 6 mm sprechen im gleichen Sinne (nur x-Kohle zeigt jeweils entgegengesetzte Eigenschaften). Überraschend mußte jedoch für die weichere Kohle Klettwitz eine höhere Schüttdichte des Brikettiergutes registriert werden, wofür höhere Ascheanteile und stärkere Vergelungsgrade verantwortlich zeichnen. Wie sich zeigt, wird dieser letztgenannte Faktor für das Brikettier- und Verkokungsverhalten sehr bedeutsam. Bereits das Kompressionsverhältnis ist nämlich für die „härtere“ Kleinleipisch-Kohle höher als für die (wohl weil glazialtektonisch beanspruchte) zerkleinerungsfreudigere Klettwitz-Kohle. Die bessere Verpreßbarkeit der ersteren äußert sich in einer höheren Raumdichte und in einem geringeren Brikett-porenvolumen gegenüber vergleichbaren Klettwitz-Fazies. So liegen letztlich die Festigkeitseigenschaften von Briketts und Koksformlingen für identische Lithotypen im Falle Kleinleipisch stets über den Kennwerten der Klettwitzer Kohle.

Allerdings ist dieses Urteil nicht allgemeingültig. Die vorstehende Aussage trifft lediglich für den Zeitpunkt der Lagerstättenbemusterung zu. Immerhin zeigt sie deutlich genug, daß auch bei übereinstimmendem makropetrographischem Habitus sehr unterschiedliche technologische Eigenarten selbst innerhalb vergleichbarer Kohletypen auftreten können.

9. Beziehungen zwischen der petrologischen Beschaffenheit der Kohle und ihren technologischen Merkmalen

Die bisherigen Darlegungen lassen die Fragen der engeren Beziehungen zwischen den petrologischen Merkmalen der Ausgangskohle und den technologischen Eigenschaften unberührt. Sie sollen nun unter Anwendung der Kenngrößen „Xylitgehalt“, „Innenkapillarschrumpfung“, „Bitumengehalt“ und „Remissionsgrad“ näher erörtert werden. Unsere vorstehenden Ausführungen brachten immer wieder zum Ausdruck, daß breite Überschneidungen der Einzelwert-Merkmalbereiche von technologischen Kennziffern bei den Faziestypen die Regel darstellen. So schien es unzweckmäßig, die technologischen und petrologischen Kennziffern der Einzelproben in Korrelation zu bringen. Gegen eine derartige Maßnahme sprechen folgende weiteren Gründe:

- a) Die entnommenen Einzelproben sind nicht immer „reine“ Faziesproben im Sinne *Lapiks* [24].

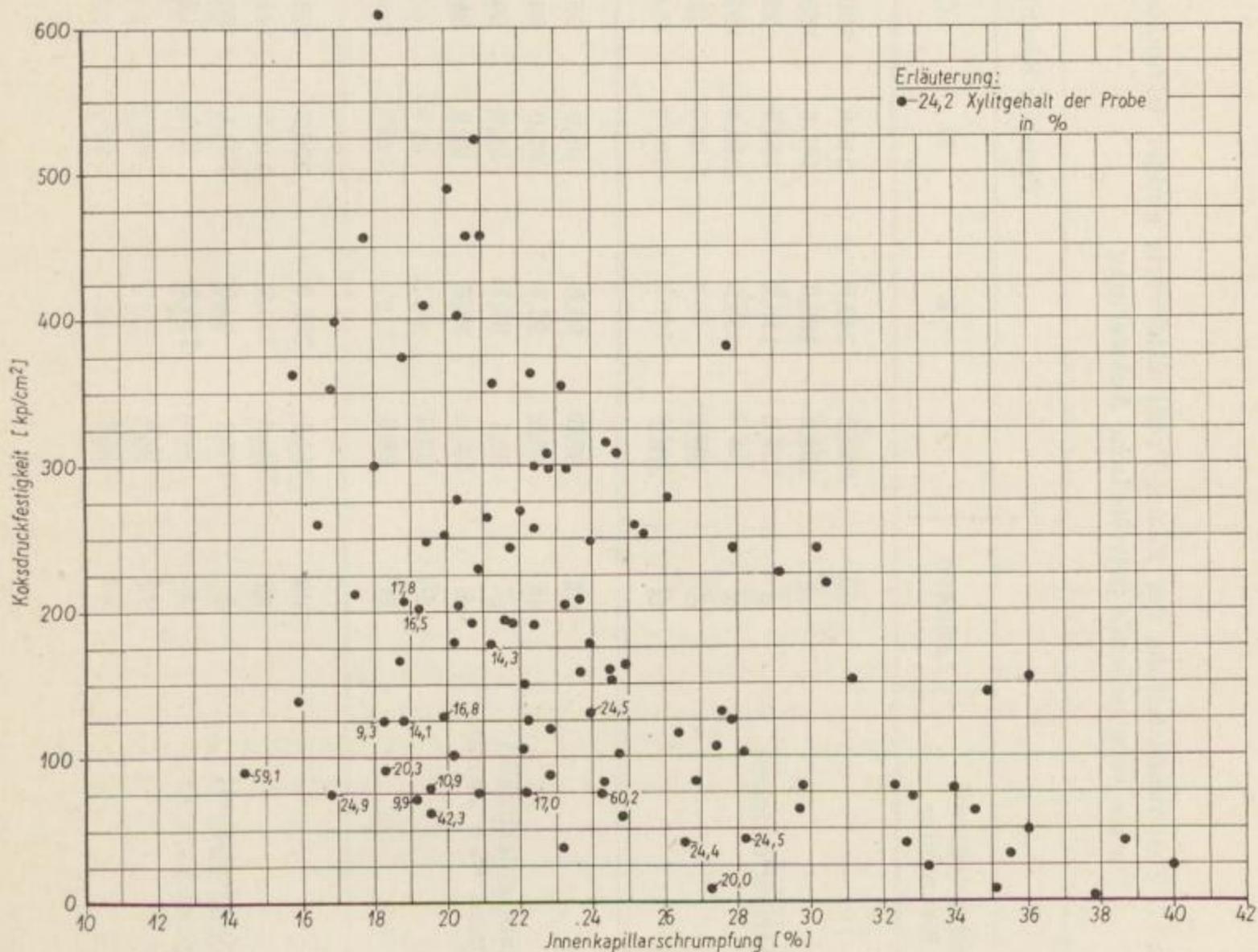


Bild 47

Beziehungen zwischen Koksdruckfestigkeit und Innenkapillarschrumpfung

Tabelle 17. Zusammenstellung der Fazies-Profilmittelwerte einiger technologischer Kennziffern für die vergleichende petrologische Auswertung

technologische Kennziffer	Lithotyp	Tagebau Kleinleipisch						Tagebau Klettwitz		
		F	E	D	C	B	A	I	H	G
Brikettdruckfestigkeit kp/cm ²	ug	235,0	242,0	246,0	199,9	208,4	183,1	150,9	171,7	123,8
	sg	188,6	180,0	167,6	155,4	173,0	170,5	135,5	111,4	164,6
	g	124,2	118,2	150,5	121,2	142,6	188,4	172,4	152,9	137,4
	x	—	233,9	250,4	194,6	303,7	197,5	76,7	88,0	146,8
	do	89,9								
	ts	278,7								
Brikettabriebfestigkeit (Rückstand ‰ + 10 mm, 100 U)	ug	95,6	96,6	95,9	95,3	95,8	95,1	93,7	95,3	94,7
	sg	93,5	93,8	95,0	94,1	94,8	94,4	92,3	92,2	94,4
	g	92,1	87,1	91,7	90,7	93,3	94,0	94,7	92,4	89,2
	x	—	95,6	91,9	88,5	95,4	91,4	57,5	83,2	92,4
	do	83,9								
	ts	95,6								
Koksdruckfestigkeit kp/cm ²	ug	411,1	350,3	326,2	409,9	406,8	436,6	259,8	288,7	364,8
	sg	204,4	181,0	148,5	147,0	228,0	230,2	154,1	146,4	215,1
	g	165,1	74,8	122,1	80,1	131,3	108,5	117,4	84,7	63,2
	x	—	136,8	28,1	12,0	109,2	54,2	12,9	43,3	108,5
	do	40,5								
	ts	262,5								
Koksabriebfestigkeit (Rückstand ‰ + 10 mm, 100 U)	ug	98,0	97,1	96,4	97,2	98,3	98,0	95,2	95,5	97,3
	sg	93,0	93,2	93,3	93,5	96,2	94,9	65,0	67,8	93,9
	g	92,8	73,2	88,8	81,3	93,3	92,6	92,9	77,8	65,3
	x	—	92,6	31,1	51,9	89,3	79,9	0,0	24,7	86,9
	do	34,1								
	ts	73,2								
k _{KX} /k _{KB} · 100%	ug	174,6	119,7	132,2	208,2	193,5	239,4	172,1	169,8	294,7
	sg	109,1	98,7	87,8	97,7	131,4	138,5	107,6	138,5	142,9
	g	134,8	63,3	78,7	60,2	92,0	68,3	67,5	52,7	56,7
	x	—	51,9	13,3	6,9	49,5	30,2	17,1	50,3	74,1
	do	40,5								
	ts	94,9								
A _K /A _B · 100%	ug	102,5	100,6	100,5	102,0	102,5	103,1	101,6	99,8	102,7
	sg	99,5	99,4	98,2	99,3	101,5	100,5	92,6	97,5	100,4
	g	100,8	82,9	97,0	89,1	100,0	97,1	98,0	94,3	93,3
	x	—	96,9	34,0	57,6	93,7	87,3	23,8	89,3	94,0
	do	40,6								
	ts	76,6								

- b) Es existieren mehrere, die Brikett- und Koksqualität oftmals ungleichsinnig bestimmende petrographische Einflußfaktoren, z. B. der Xylitgehalt und der Gelanteil. Große Gelmengen senken die Brikett- und Koksfestigkeit, beträchtliche Xylitgehalte wirken koksseitig sehr oft gleichgerichtet, verbessern aber mehrfach die Brikettfestigkeit. Dadurch verschleiern sich sehr leicht die tatsächlichen Beziehungen. Hierzu ein Beispiel (Bild 47): Vergelungsgrad und Koksfestigkeit sind umgekehrt proportional. Die Ausbildung einer vollständigen Korrelation wird jedoch gehindert, da weniger vergelte, aber xylitreichere Typen ebenfalls Koks minderer Festigkeit abgeben, der *Bravais-Pearson'sche* Korrelationskoeffizient erreicht lediglich den Wert $r = -0,46$.
- c) Die gewonnene Kohle ist auf ihrem Wege von der Lagerstätte bis zum Koksbrick einer Vielzahl physikalisch-chemischer, derzeit noch nicht meßbar zu verfolgender Einflüsse (z. B. Oxydation) ausgesetzt.

So wurden lediglich die 35 Faziesprofilmittelwerte, deren besserer Kennzeichnungswert bekannt ist, zuzüglich do- und ts-Kohle in die weiteren Auswertungen einbezogen (Tabelle 17). Zur eindeutigen Charakterisierung der vorliegenden Beziehungen wurden die zusammengehörigen petrologischen und technologischen Faziesprofilmittelwerte der statistischen Untersuchung gemäß Korrelationsrechnung (*Bravais-Pearson'scher* Korrelationskoeffizient r) unterworfen. Subjektive Fehlbeurteilungen, wie sie die bisher übliche qualitative Einschätzung graphischer Auswertungen einschließen, werden damit vermieden. Die Korrelationsrechnung wurde für sämtliche Meßwerte mit und ohne Ausschluß der do- und ts-Kohle, für x-Kohle sowie die ug-, sg-, g-Lithotypengruppe ausgeführt. Einige graphische, lediglich den Streubereich der Diagrammpunkte einer Fazies angegebende Darstellungen ergänzen diese Form der Auswertung. Damit wurde sowohl der Sonderstellung von do- und ts-Kohle, dem abweichenden Verhalten der x-Kohle wie auch der oft bestechenden Verwandtschaft von ug-, sg- und g-Fazies Rechnung getragen.

9.1. Brikettdruckfestigkeit

Die Korrelation zwischen Xylitgehalt und Brikettdruckfestigkeit ist mit $r = +0,57$ für sämtliche Meßwerte und $r = +0,56$ bei Ausschluß der do- und ts-Kohle wenig vollständig (Tabelle 18). Ähnliches gilt für die ug-, sg-, g-Lithotypengruppe ($r = +0,49$). Das überrascht um so mehr, als damit die Annahme, daß Xylit in jedem Falle die Brikettfestigkeit verbessert [2, 5, 46], einer gewissen Korrektur bedarf. Erst für x-Kohle läßt sich eine befriedigende Korrelation in dem Sinne nachweisen, daß steigender Xylitgehalt die Brikettdruckfestigkeit verbessert ($r = +0,86$).

Die den Vergelungsgrad kennzeichnende Innenkapillarschrumpfung versagt als Indikator der Brikettdruckfestigkeit bei einer die Faziestypen nicht berücksichtigenden Betrachtungsweise ($r = -0,48$ bzw. $r = -0,46$). Allein bei ug-sg-g-Kohle ist mit $r = -0,64$ eine wesentlich bessere Ab-

Tabelle 18. Bravais-Pearsonscher Korrelationskoeffizient (r) für Rohstoff- und Brikett-Koksqualitäts-Beziehungen

Kennziffer	sämtliche Meßwerte	sämtliche Meßwerte ohne ts- und do-Kohle	nur x-Kohle	nur ug-, sg- und g-Kohle
Brikettdruckfestigkeit = f (Xylit)	+ 0,57	+ 0,56	+ 0,86	+ 0,49
Brikettdruckfestigkeit = f (IKS)	- 0,48	- 0,46	- 0,93	- 0,64
Brikettdruckfestigkeit = f (Remission)	+ 0,77	+ 0,73	+ 0,73	+ 0,74
Brikettdruckfestigkeit = f (Bitumen)	+ 0,25	+ 0,28	- 0,14	+ 0,62
Brikettabriebfestigkeit = f (Xylit)	+ 0,05	+ 0,04	+ 0,62	- 0,43
Brikettabriebfestigkeit = f (IKS)	- 0,74	- 0,76	- 0,81	- 0,74
Brikettabriebfestigkeit = f (Remission)	+ 0,42	+ 0,41	+ 0,19	+ 0,58
Brikettabriebfestigkeit = f (Bitumen)	+ 0,34	+ 0,33	+ 0,19	+ 0,39
Koksdruckfestigkeit = f (Xylit)	- 0,45	- 0,47	+ 0,30	- 0,49
Koksdruckfestigkeit = f (IKS)	- 0,34	- 0,29	- 0,72	- 0,60
Koksdruckfestigkeit = f (Remission)	+ 0,34	+ 0,35	+ 0,41	+ 0,58
Koksdruckfestigkeit = f (Bitumen)	+ 0,81	+ 0,84	+ 0,21	+ 0,87
Koksabriebfestigkeit = f (Xylit)	- 0,11	- 0,16	+ 0,61	- 0,14
Koksabriebfestigkeit = f (IKS)	- 0,82	- 0,80	- 0,77	- 0,57
Koksabriebfestigkeit = f (Remission)	+ 0,28	+ 0,29	+ 0,55	+ 0,44
Koksabriebfestigkeit = f (Bitumen)	+ 0,45	+ 0,40	+ 0,09	+ 0,09

hängigkeit zu verzeichnen. Die vollständigste Korrelation ergibt sich für x-Kohle, hier zeigt sich, daß in erster Linie der Anteil an vergeltem Humus die Brikettdruckfestigkeit bestimmt ($r = -0,93$). In der Regel schließen hohe Xylit- und Gelanteile einander aus. Die für das Beispiel der x-Kohle gleichfalls sehr vollständige Korrelation Xylitgehalt – Brikettdruckfestigkeit läßt klar werden, daß x-Kohle den heterogensten Lithotyp repräsentiert, der innerhalb kürzester Betriebszeit sowohl den Charakter der brikettierfreudigsten als auch -feindlichsten Kohle annehmen kann. Ihr Ausschluß aus der Koks-kohle wird einen der Faktoren unterbinden, die den Gleichmäßigkeitsgrad der Koks-festigkeit am meisten beeinflussen.

Mit dem *Remissionsgrad* tritt ein *Faziesindikator* in den Kreis der Betrachtungen. Die Korrelation zur Brikettdruckfestigkeit ist, unabhängig von der gewählten Kohlengruppe, recht vollständig ($r = +0,73$ bis $r = +0,77$, Bild 48). Niedrige R-Werte sind auf die Dominanz gelreicher Komponenten, hohe R-Werte auf das stärkere Hervortreten fossiler Hölzer oder stärkere Zersetzungsgrade der Humusgrundmasse zurückzuführen.

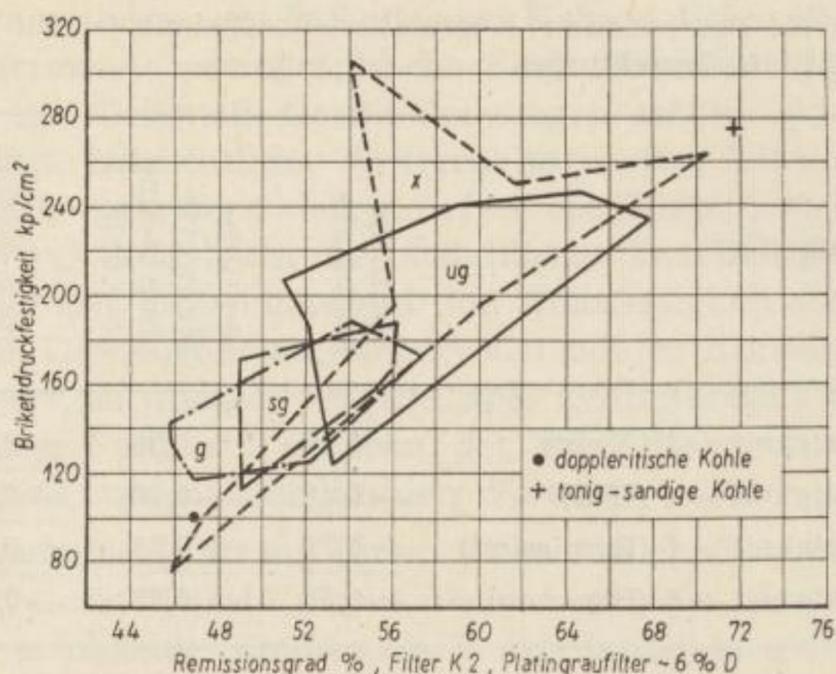


Bild 48. Brikettdruckfestigkeit in Abhängigkeit vom Destruktions- und Humifikationsgrad der Ausgangskohle

Damit empfiehlt sich der Remissionsgrad auch künftig für orientierende Untersuchungen zur Frage der Brikettdruckfestigkeit. Eine Abgrenzung von Faziesbereichen ist dabei aber nicht möglich.

Der gemäß 3stündiger Benzolbehandlung erzielte „Bitumen“-Gehalt (waf) vermittelt lediglich für die ug – sg – g-Reihe eine befriedigende Korrelation ($r = + 0,62$) zur Brikettdruckfestigkeit.

9.2. Brikettabriebfestigkeit

Analog zur Druckfestigkeit der Briketts ist bei Betrachtung aller Meßwerte die überraschende Tatsache zu verzeichnen, daß der Xylitgehalt keinen Einfluß auf die Brikettabriebfestigkeit ausübt ($r = + 0,05$ bzw. $r = + 0,04$). Die Verhältnisse werden noch undurchsichtiger bei der Untersuchung der Faziesgruppe ug – sg – g und des Lithotyps x. Im ersteren Falle sinkt mit dem in gleicher Faziesfolge steigenden Xylitgehalt die Abriebfestigkeit ($r = - 0,43$), im zweiten Falle ist eine merkliche Verbesserung bei steigendem Xylitgehalt festzustellen ($r = + 0,62$). Dennoch verbleiben diese Korrelationen als unvollständig, es wird unten zu zeigen sein, daß der Vergelungsgrad den unbestritten brikettverbandfördernden Einfluß des Xylits stark modifiziert.

In der Tat ergeben sich zwischen Abriebfestigkeit und Innenkapillarschrumpfung erfreulich klare Beziehungen sowohl für sämtliche Kohletypen ($r = - 0,74$ bzw. $r = - 0,76$) als auch für x-Kohle ($r = - 0,84$) und den ug – sg – g-Komplex ($r = - 0,74$). Je stärker der Humus vergelt ist, desto geringer ist in der Regel die Abriebfestigkeit (Bild 49). Hohe Xylitanteile hemmen diese Tendenz vor allem beim xylitischen Lithotyp insofern, als sie die Schrumpfung herabsetzen, die Abriebfestigkeit aber offensichtlich verbessern. Weiterhin ergibt sich aus Bild 49: Die quantitativ mit hohen Prozentsätzen am Lagerstättenaufbau beteiligten g- und x-Kohlen üben auf

die Brikettabriebfestigkeit einen sehr unruhigen Einfluß aus. Sie sollten daher nach Möglichkeit der Koksrohle ferngehalten werden. Sg- und ug-Fazies geben vermittels ihrer rohstofflichen Homogenität das zur Erzielung einer gleichmäßig hohen Brikettfestigkeit bestgeeignete Einsatzgut ab.

Bitumengehalt und Remissionsgrad vermitteln keine befriedigende Indikation zur Rohstoffabhängigkeit der Brikettabriebfestigkeit ($r = + 0,19$ bis $r = + 0,58$).

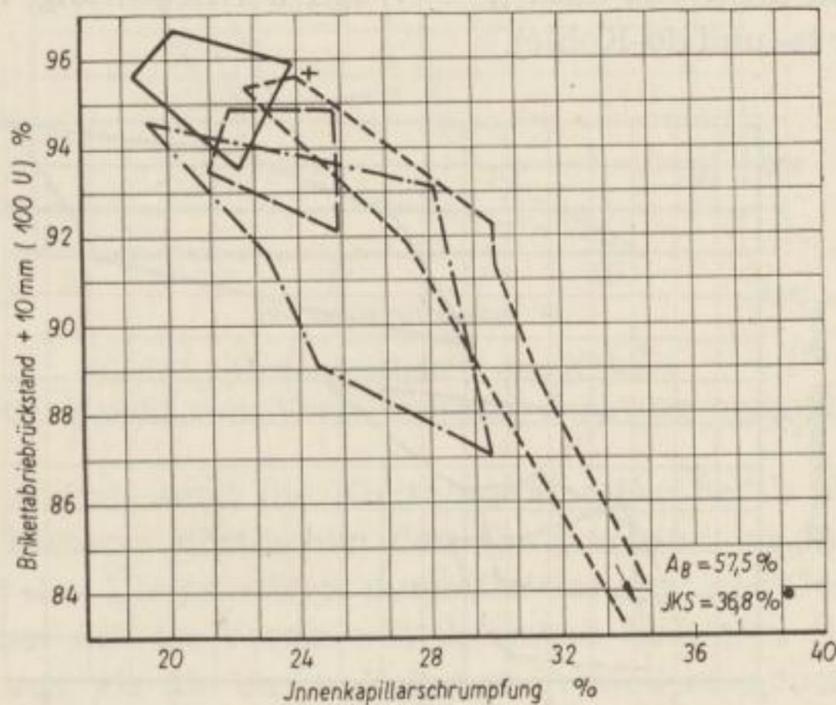


Bild 49. Brikettabriebfestigkeit in Abhängigkeit vom Vergelungsgrad der Ausgangskohle

9.3. Koksdruckfestigkeit

Die Korrelation zum Xylitgehalt ist in jedem Falle nur wenig vollständig ($r = - 0,49$ bis $r = + 0,30$). Man ersieht daraus, daß die praktisch auftretenden Xylitmengen diese Kennziffer nur wenig beeinflussen, wobei von ug- über sg- zu g-Kohle die Druckfestigkeit fällt ($r = - 0,49$). Eigenartige Beziehungen liegen für x-Kohle vor, denn mit $r = + 0,30$ wird eine zumindest tendenzielle Verbesserung (der ohnedies ungünstigen Druckfestigkeiten) bei zunehmendem Xylitgehalt angezeigt. Demnach erweisen sich xylitarmer¹ aber stark vergelte Vertreter der x-Kohle ungünstiger als wenig vergelte, jedoch stark xylithaltige Proben.

Die Beziehung „Koksdruckfestigkeit = f (Innenkapillarschrumpfung)“ wird durch das bei thermischer Beanspruchung additive Schrumpfausmaß von Gelen und Xyliten bestimmt. Dementsprechend vermitteln die Korrelationskoeffizienten der x-Kohle ($r = - 0,72$) und der ug-sg-g-Kohlen-gruppe ($r = - 60$) übereinstimmende Aussagen. Die Betrachtung aller Meßergebnisse gibt keine verbindliche Auskunft ($r = - 0,34$ bzw. $r = - 0,29$).

¹ Gemäß Definition gehen vergelte fossile Hölzer nicht in den „Xylitgehalt“ ein [17].

Im Gegensatz zu dem nur wenig aussagekräftigen Remissionsgrad ($r = +0,34$ bis $r = +0,58$) läßt der Benzolextrakt teils befriedigende Korrelationen erkennen (Bild 50, Tabelle 18). Zur Koksdruckfestigkeit besteht direkte Proportionalität, wobei nur für x-Kohle der Indikationswert in Frage steht ($r = +0,21$). Koksformlinge aus Kohlen der Faziesdestruktionsreihe $ug - sg - g$ erfahren hinsichtlich ihrer Druckfestigkeit die beste Beurteilung ($r = +0,87$). Die sämtliche Proben einschließenden Koeffizienten stehen dem nicht viel nach ($r = +0,81$ bei Beachtung, $r = +0,84$ bei Ausschluß der ts - und do -Kohle).

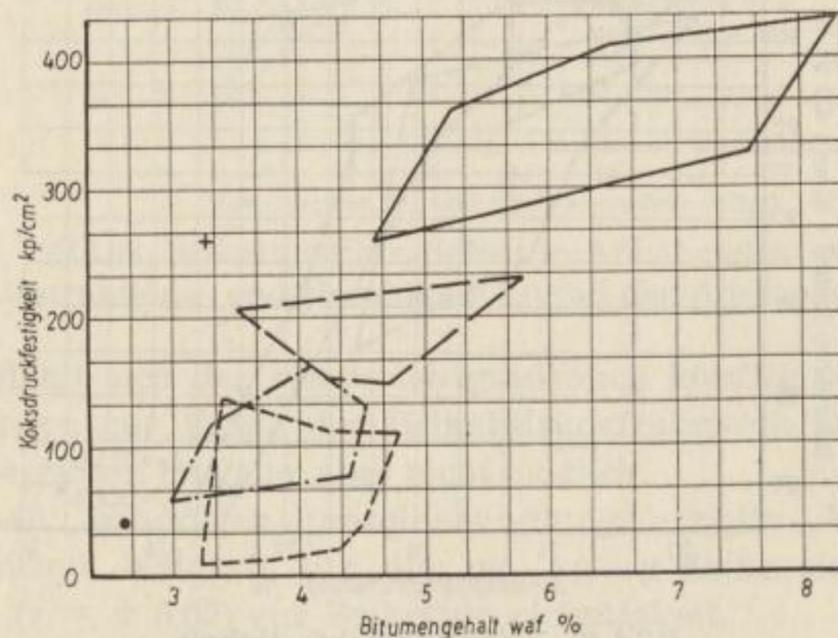


Bild 50. Koksdruckfestigkeit in Abhängigkeit vom „Bitumen“-Gehalt der Ausgangskohle

9.4. Koksabriebfestigkeit (+ 10 mm)

Die Untersuchung der Abhängigkeit der Koksabriebfestigkeit vom Xylitgehalt bringt eine Wiederholung der schon am Beispiel „Brikettabriebrückstand“ erläuterten Zusammenhänge. Demnach spielen die Xylitanteile der erfaßten Fazies keine bestimmende Rolle ($r = -0,11$ bzw. $r = -0,16$). Selbst in der $ug - sg - g$ -Reihe fehlt ein solcher Einfluß ($r = -0,14$). Innerhalb der xylitischen Kohle ist eine, wenn auch wenig vollständige, positive Korrelation zu verzeichnen ($r = +0,61$). Die insgesamt nur schlechten Abriebfestigkeiten werden, wie schon am Brikett erläutert, in erster Linie durch den Vergelungsgrad gesteuert.

In weiterer Übereinstimmung mit der Brikettabriebfestigkeit steht auch die Abriebfestigkeit des Kokes in einem engen Verhältnis zur Innenkapillarschrumpfung. Hierbei stellt sich aber für die Gesamtzahl der Muster eine vollständigere Korrelation ein ($r = -0,82$ bzw. $r = -0,80$) als bei x-Kohle ($r = -0,77$). Die Abriebfestigkeit fällt somit bei zunehmendem Vergelungsgrad; das gilt insbesondere für g -, x - und do -Kohle (Bild 51). Infolge geringerer Vergelung folgt der $ug - sg - g$ -Komplex dieser Tendenz nicht so ausgeprägt ($r = -0,57$). So kann zusammenfassend gesagt werden:

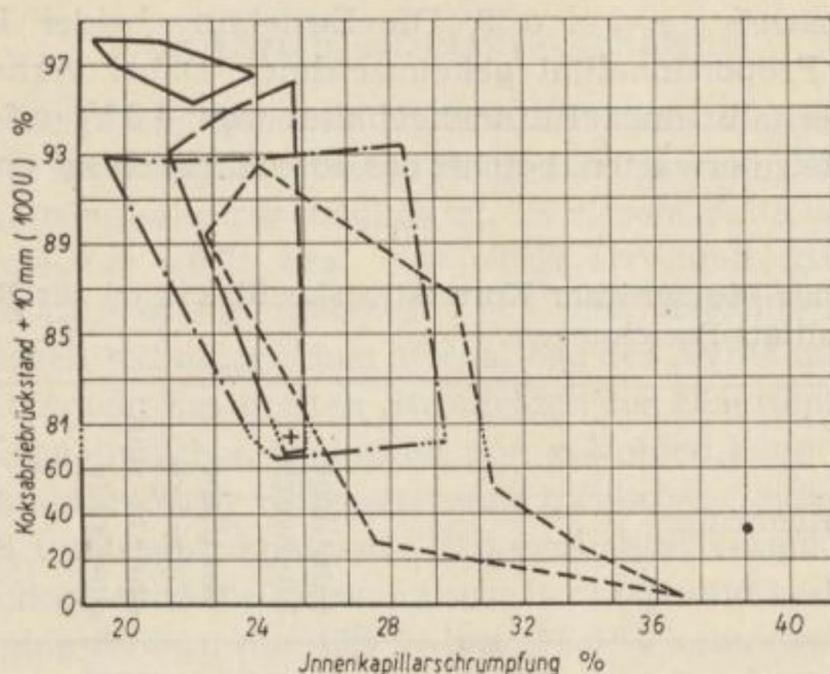


Bild 51. Abriebfestigkeit des Kokes
in Abhängigkeit vom Vergelungsgrad der Ausgangskohle

Stark vergelter Humus setzt die Koksqualität mehr herab als xylitische Einlagerungen. Ersterer stört schon den Kornverband im Brikett, Xylit hingegen fördert ihn. Die primären, durch Gele ausgelösten Gefügeschäden im Brikett wirken sich im Verein mit thermisch bedingter Schrumpfung folgenschwerer aus, als die durch Volumenverminderung der Xylite bei der Verkokung entstehenden Fehlstellen im Kornverband. Die laboratoriumsmäßigen Untersuchungen bestätigen zu Recht die Forderung, do-, ts-, x- und g-Kohle von der Verkokung nach Möglichkeit fernzuhalten. Vom Standpunkt der Koksabriebfestigkeit ist der sg-Kohle ein verkokungsfreundlicher Charakter kaum abzuspüren. Hierbei wird unterstellt, daß die geschilderten Beispiele schlechter Abriebfestigkeit (Klettwitz, Profil H und I, Tabelle 17) methodisch bedingte Abweichungen vom Normalen darstellen.

9.5. Druckfestigkeitsverhältnis

Die Korrelationswerte für die Beziehungen zwischen dem Druckfestigkeitsverhältnis und den petrologischen Kennziffern „Xylitgehalt“, „Innenkapillarschrumpfung“ und „Remissionsgrad“ bewegen sich in einem für wissenschaftliche und praktische Zwecke uninteressanten Bereich. Man sollte allerdings (Tabelle 19) nicht vergessen, daß eine Verfolgung fazieller Einflüsse durch mehrere technologische Verfahrensgänge zunehmend schwieriger und letztlich vielleicht sogar unmöglich wird. So kann lediglich für die Funktion $k_{dK} / k_{dB} = f(\text{Xylit})$ bei der ug – sg – g-Gruppe eine günstigere Korrelation von $r = -0,61$ nachgewiesen werden. Vorteilhafter scheint der Bitumengehalt anwendbar zu sein (Bild 52). Für die Gesamtprobenzahl lautet die Korrelation $r = +0,71$ mit, und $r = +0,70$ ohne do- und ts-Kohlen. Der Komplex ug – sg – g schneidet mit $r = +0,68$ gleichfalls noch gut ab, wogegen x-Kohle eine nur wenig vollständige, positive

Korrelation ausweist: $r = + 0,59$. Die Beziehung beider Parameter ist durch direkte Proportionalität gekennzeichnet. Dabei verharzt die Verhältniszahl oberhalb eines Bitumengehaltes von 4,8 % wf ausnahmslos über 100 %. Wie zu erwarten, betrifft das ausschließlich sg- und ug-Kohlen.

Tabelle 19. Bravais-Pearsonscher Korrelationskoeffizient (r) für Rohstoff- und Brikett-Koksqualitäts-Beziehungen

Kennziffer	sämtliche Meßwerte	sämtliche Meßwerte ohne ts- und do-Kohle	nur x-Kohle	nur ug-, sg- und g-Kohle
$K_{dK}/K_{dB} = f$ (Xylit)	- 0,55	- 0,59	- 0,16	- 0,61
$K_{dK}/K_{dB} = f$ (IKS)	- 0,58	- 0,58	- 0,31	- 0,40
$K_{dK}/K_{dB} = f$ (Remission)	+ 0,05	+ 0,03	- 0,08	+ 0,19
$K_{dK}/K_{dB} = f$ (Bitumen)	+ 0,71	+ 0,70	+ 0,59	+ 0,68
$A_K/A_B = f$ (Xylit)	- 0,21	- 0,32	+ 0,28	- 0,29
$A_K/A_B = f$ (IKS)	- 0,75	- 0,69	- 0,50	- 0,62
$A_K/A_B = f$ (Remission)	+ 0,08	+ 0,07	+ 0,20	+ 0,37
$A_K/A_B = f$ (Bitumen)	+ 0,44	+ 0,35	+ 0,30	+ 0,53
Brikettdruckfestigkeit = f (A/K-Verhältnis)	+ 0,07	+ 0,12	+ 0,11	+ 0,43
Brikettabriebfestigkeit = f (A/K-Verhältnis)	+ 0,37	+ 0,38	- 0,02	+ 0,87
Koksdruckfestigkeit = f (A/K-Verhältnis)	+ 0,81	+ 0,85	+ 0,56	+ 0,80
Koksabriebfestigkeit = f (A/K-Verhältnis)	+ 0,52	+ 0,57	- 0,12	+ 0,52
$K_{dK}/K_{dB} = f$ (A/K-Verhältnis)	+ 0,83	+ 0,84	+ 0,24	+ 0,78
$A_K/A_B = f$ (A/K-Verhältnis)	+ 0,46	+ 0,45	- 0,11	+ 0,58

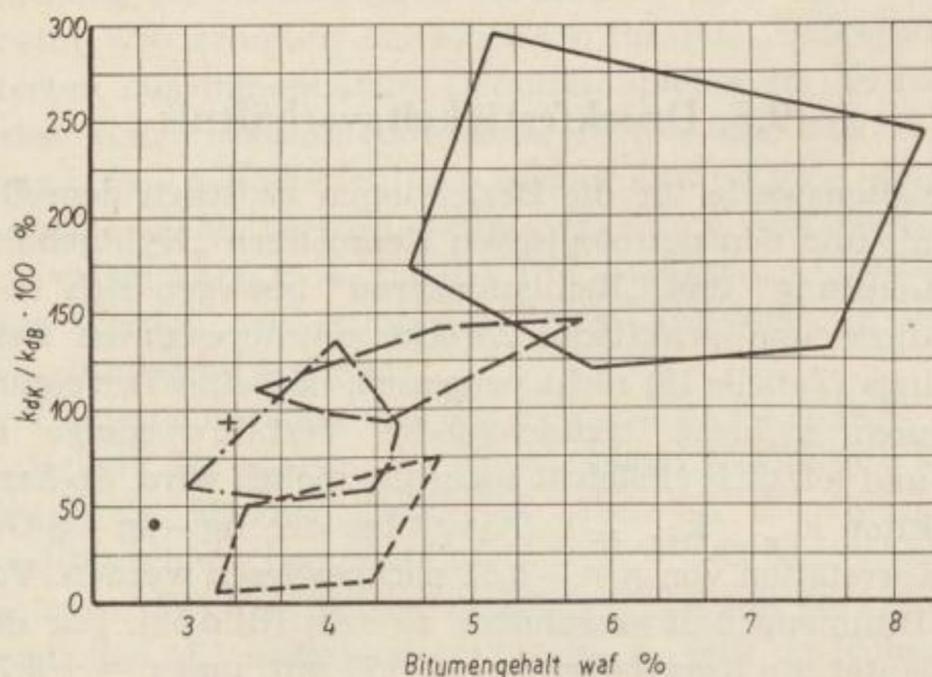


Bild 52. Verhältnis der Druckfestigkeiten von Koks zu Briketts in Abhängigkeit vom „Bitumen“-Gehalt der Ausgangskohle

9.6. Abriebfestigkeitsverhältnis

Die in Tabelle 19 angegebenen Korrelationskoeffizienten beweisen, daß allein über die Innenkapillarschrumpfung eine gewisse Einschätzung der Abriebfestigkeitsverhältnisse möglich ist. In diesem Falle wurde für sämtliche Meßwerte $r = -0,75$ bzw. $r = -0,69$ errechnet (Bild 53), für den Fazieskomplex ug – sg – g ergab sich $r = -0,62$. X-Kohle fällt infolge des widersprüchlichen technologischen Verhaltens des Xylits merklich ab: $r = -0,50$. In Anbetracht des breiten Streufeldes der Diagrammpunkte ist an dem verkokungsfeindlichen Charakter von x-Kohlen kaum mehr zu zweifeln, denn ein abriebfester Koks setzt eine möglichst gleichartige Rohstoffbeschaffenheit und damit konstante Brikettqualität voraus. G-Kohle zeigt diesbezüglich doch stärkere Verwandtschaft zu ug- und sg-Fazies (Bild 53), do- und ts-Kohle fordern mit 40,6 % bzw. 76,6 % keine weitere Erklärung ihres erwiesenen verkokungsfeindlichen Wesens. Remissionsgrad und Bitumenausbeute haben keinen Indikationswert.

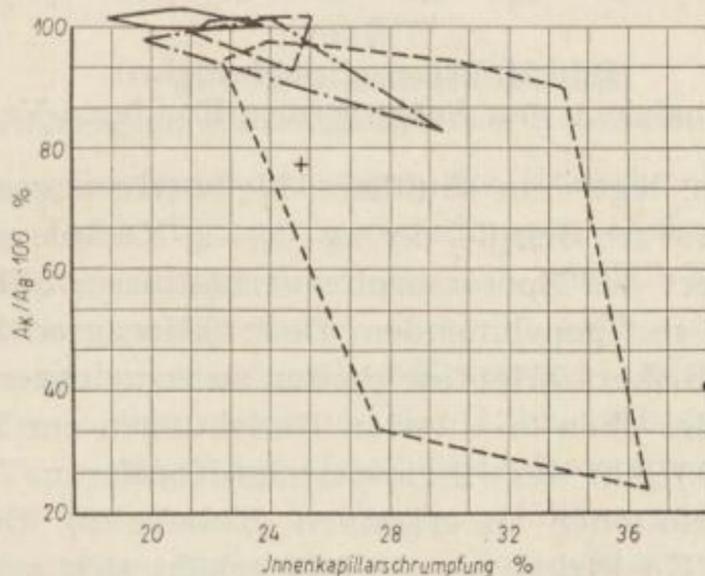


Bild 53. Verhältnis der Abriebfestigkeiten von Koks zu Briketts in Abhängigkeit vom Vergelungsgrad der Ausgangskohle

9.7. Beziehungen zwischen technologischen Kennziffern und dem Angiospermen-Koniferenverhältnis

Das Verhältnis der Angiospermen- zu den Koniferensporomorphen versagt eine brauchbare Indikation faziesgebundener Tendenzen der Brikettdruckfestigkeit, die Korrelationskoeffizienten erreichen $r = +0,07$ bis $r = +0,43$ (Tabelle 19). Damit wird das Sporomorphenverhältnis für eine praktische Kennzeichnung der Brikettdruckfestigkeit unbrauchbar.

Nicht viel günstiger sind die Verhältnisse für die Brikettabriebfestigkeit (Bild 54). Der relativ guten Gliederung der Faziesbereiche nach dem Abszissenwert „A : K“ folgt keine ebenbürtige Trennung nach dem Ordinatenwert „Abriebrückstand“. X-Kohle bildet wiederum den heterogensten Lithotyp, dessen Brikettabriebfestigkeit keinerlei Korrelation zum Angiospermen-Koniferen-Verhältnis aufweist ($r = -0,02$). Nur wenig vollständiger

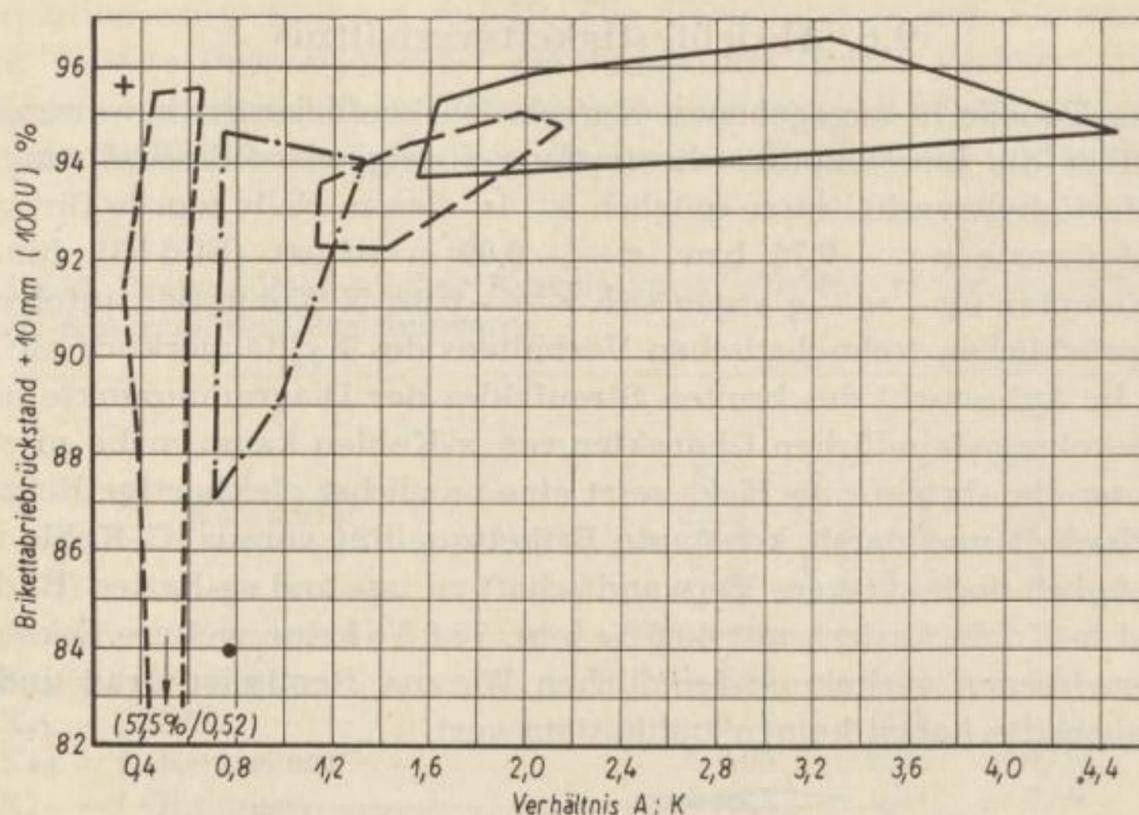


Bild 54. Brikettabriebfestigkeit
in Abhängigkeit vom Angiospermen-Koniferen-Verhältnis

ist die Korrelation, legt man sämtliche Meßwerte zugrunde ($r = + 0,37$ bzw. $r = + 0,38$). Erst am Beispiel des ug – sg – g-Komplexes wird ein hoher Kennzeichnungswert des Sporomorphenverhältnisses offensichtlich, r beträgt $+ 0,87$, d. h., mit zunehmendem Destruktionsgrad ist eine spürbare Verbesserung der Brikettabriebfestigkeiten zu verzeichnen.

In Fortsetzung der oben erläuterten Beziehungen zur Koksdruckfestigkeit (Abschnitt 9.3.) gibt das Angiospermen-Koniferen-Verhältnis nahezu vollständige Korrelationen zu erkennen (Tabelle 19). Der für sämtliche Meßwerte gültige Koeffizient $r = + 0,81$ erhöht sich auf $r = + 0,85$ bei Ausschluß von do- und ts-Kohle. Weniger günstig liegen die Gegebenheiten für die in vielfacher Hinsicht problematischen x-Kohlen ($r = + 0,56$), wogegen im Bereich der ug – sg – g-Faziesgruppe erneut gute Beziehungen ausgewiesen werden: $r = + 0,80$. Wie Bild 55 zeigt, ist eine deutliche Abgrenzung von Faziesbereichen möglich, wobei insbesondere unterhalb einer Verhältniszahl von 1,2 die Koksdruckfestigkeit rasch abfällt. Dieser Merkmalsbereich ($< 1,2$) ist den g- und x-Kohlen vorbehalten. Do-Kohle schließt sich mit einer niedrigen Kennziffer den verkokungsfeindlichen Lithotypen an, was für ts-Kohle nicht ohne weiteres ersichtlich ist.

Wir kommen nunmehr zur entscheidenden Kenngröße der „Koksabriebfestigkeit“. Das zusammenfassende Urteil enthebt von ausführlichen Darlegungen (Tabelle 19): Mit Ausnahme von x-Kohle besteht Proportionalität zum Sporomorphenverhältnis, doch sind die Korrelationen so wenig vollständig ($r = + 0,52$ bis $r = + 0,57$), daß zumindest im gegebenen Falle dem Sporomorphen-Kennwert kein ausreichender Kennzeichnungswert im Hinblick auf die spätere Koksabriebfestigkeit einer makropetrographisch definierten Kohle zukommt. Hierbei muß allerdings beachtet werden, daß

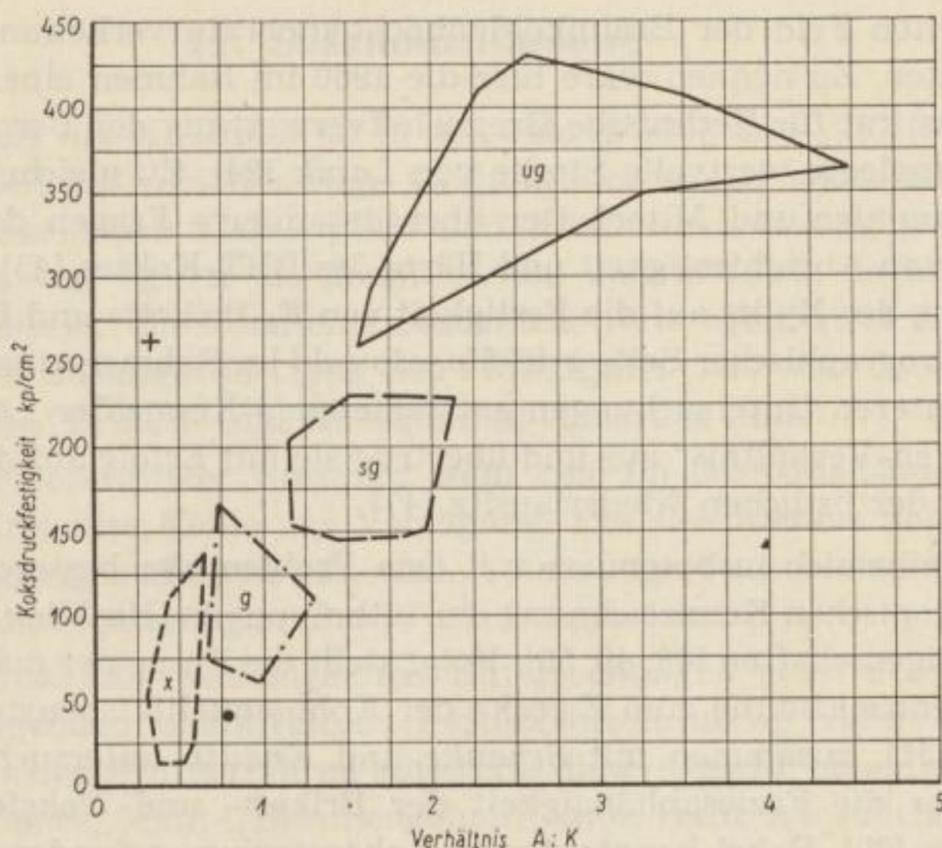


Bild 55. Koksdruckfestigkeit
in Abhängigkeit vom Angiospermen-Koniferen-Verhältnis

bei den vorliegenden Untersuchungen die Koksabriebfestigkeit nur nach dem damals für Laboratoriumsuntersuchungen allein üblichen Verfahren einer milden Beanspruchung des Kokes in der IfB-Trommel bei 100 Gesamtumdrehungen ermittelt wurde. Es bleibt noch offen, ob sich die Korrelation zwischen dem Sporomorphen-Kennwert und der Abriebfestigkeit bei einer schärferen Beanspruchung des Gutes verbessert. Dabei kann und soll auch nicht das endgültige Urteil über diese für fazuellgenetische Betrachtungen sehr bedeutsame Methodik gefällt werden. Es bleibt zu prüfen, ob die quantitative Erfassung speziellerer Sporomorphengruppen bessere Korrelationen zu technologischen Kenngrößen hervortreten läßt.

Am Druck- wie auch am Abriebfestigkeitsverhältnis wiederholen sich letztlich bekannte Beziehungen (Tabelle 19). Danach werden für ersteres — mit üblicher Ausnahme von x-Kohle ($r = +0,24$) — schon recht vollständige, positive Korrelationen von $r = +0,78$ (ug — sg — g) bis zu $r = +0,83$ bzw. $r = +0,84$ (Gesamtproben) angezeigt.

10. Neuere Arbeiten zum Problem der Fazies und der technologischen Eigenschaften von Niederlausitzer Braunkohlen

Unsere Untersuchungen an Lithotypen des Niederlausitzer Unterflözes (Raum Lauchhammer) liefen noch im Jahre 1957 aus. Wurden ihre wesentlichsten Ergebnisse den maßgebenden Institutionen der Braunkohlenindustrie unverzüglich zugänglich gemacht, so mußte eine Darlegung vor breiteren Kreisen aus mancherlei Umständen zunächst zurückgestellt werden. Hierdurch bedingt trat der Umstand ein, daß inzwischen weitere Arbeiten

auf dem weiten Feld der Braunkohlenhochtemperaturverkokung Früchte tragen konnten. Zu nennen wäre hier die 1960 im Rahmen einer Diplomarbeit am Institut für Technische Brennstoffverwertung der Bergakademie Freiberg vorgelegte wertvolle Studie von *Lapik* [24]. Zu gleicher Zeit berichteten *Rammler* und Mitarbeiter über detaillierte Fragen der Faziesbedingtheit von Abriebfestigkeit und Härte des BHT-Kokses [45] sowie die Einflußnahme des Xylits auf die Festigkeit von F_4 -Briketts und BHT-Koks [46]. Von petrographischer Seite griff *Magalowski* im Rahmen einer Diplomarbeit die unseren Untersuchungen entstammende Kennziffer „Angiospermen-Koniferen-Verhältnis“ auf und übertrug sie mit Erfolg auf das Lagerstättenprofil der östlichen Niederlausitz [47].

Preuß befaßte sich insbesondere mit dem Problem der besseren makro- und mikroskopischen Kennzeichnung der Lithotypen im Hinblick auf deren Veredlungseigenschaften [48, 49, 50]. *Voigt* stellt die Frage der makroskopischen Flözkenzeichnung zum Zwecke der Kohlenqualitätsbeurteilung zur Diskussion [51]; zusammen mit *Schenke* und *Knauth* untersucht der genannte Autor die Faziesabhängigkeit der Brikett- und Koksfestigkeitseigenschaften [29]. Dabei konnte der im Laboratorium gefundene günstige Einfluß der sg- und ug-Kohle auf die Koksabriebfestigkeit unter betrieblichen Bedingungen noch nicht bestätigt werden. Hierbei sind allerdings die Schwierigkeiten zu beachten, die sich einerseits der Sicherstellung der Korrelation zwischen einer speziell geförderten Kohle und der genauen Erfassung des Zeitpunktes der Verkokung der daraus hergestellten Briketts im Betrieb entgegenstellen, andererseits die Tatsache, daß eine spezielle Kohle zweifellos auch eine gewisse Anpassung der Technologie (z. B. in der Wahl der Parameter des Pressenformzeuges) erfordert. Weiterhin entstand aus diesen Untersuchungen die Frage, ob Beobachtungen an auf der hydraulischen Presse hergestellten Briketts und dem daraus in der Laboratoriumsretorte hergestellten Koks überhaupt auf Betriebsverhältnisse übertragbar seien. Dies gab Anlaß zu Untersuchungen über die Brikettierung von Faziesproben auf einer Versuchsstrangpresse — Untersuchungen, die noch nicht abgeschlossen sind.

Bereits im Jahre 1958 werteten *Jacob* und *Süß* einige Erfahrungen der petrographischen Lagerstättenprofilaufnahme am Niederlausitzer Unterflöz aus [23]. Schließlich ist noch die Tatsache zu vermerken, daß, dieser zusammenfassenden Darstellung vorgreifend, *Jacob* aus den institutsinternen Materialien Teilauszüge gegeben hat [27, 32, 52], die technologische Seite der Gesamtarbeit fand hierbei naturgemäß keine erschöpfende Abhandlung. Und wenn wir hier darlegen, daß, fußend auf den Ergebnissen unserer Untersuchungen, der Gedanke reifte, erstmalig in einem Braunkohlenbetrieb der DDR eine kohlenpetrographisch tätige Forschungsgruppe aufzubauen (wie es noch 1957 in Lauchhammer begonnen wurde), dann dürften die wesentlichsten mit unserer Aufgabenstellung des Jahres 1957 zusammenhängenden Fragen und Folgeerscheinungen erschöpfend dargestellt sein.

11. Zusammenfassung

Der Rückgang der Koksqualität in den Jahren 1956 und 1957 lenkte die Aufmerksamkeit auf rohstoffseitige Einflußfaktoren. Als solche boten sich die in den Tagebauen Kleinleipisch und Klettwitz erstmalig erkannten Lithotypen ug – sg – g – x als dominierende und ts sowie do als untergeordnete Fazies an. Sie lösen eine beachtliche Heterogenität in der quantitativ-faziellen Zusammensetzung des Fördergutes aus, was zweifellos in unterschiedlicher Brikett- und Koksqualität Ausdruck findet.

Mit dem Niederlausitzer Unterflöz steht eine im DDR-Maßstab biochemisch wenig inkohlte Kohle zur Verfügung. Die sich hieraus ableitenden guten Brikettiereigenschaften bilden die notwendige Voraussetzung für die Herstellung von hochwertigem (F 4-)Verkokungsbriketts.

Im Mittelpunkt der petrologischen Untersuchungen steht der Versuch einer befriedigenden quantitativen Fazieskennzeichnung. Zumindest für die herkömmlichen Prüfverfahren scheiterte diese Absicht, ohne im Einzelfall (Asche-, Sand-, Xylit-, Bitumengehalt) schon recht erfreuliche Korrelationen zumindest zu einem Lithotyp verkennen zu wollen. Mikrobotanische Untersuchungen führten zur Entwicklung der Methodik des „Angiospermen-Koniferen-Verhältnisses“ (VA : K). Allein die summarische Erfassung der beiden Gruppen zugehörigen Sporomorphen erlaubt eine gute Fazieskennzeichnung.

Die im Jahre 1956 durchgeführten Untersuchungen von Schlitzproben hatten gezeigt, daß alle chemischen Routineverfahren zur Aufklärung der beträchtlichen Unterschiede in den technologischen Eigenschaften der Kohlen versagen. Nunmehr wurden diese Untersuchungen für 6 Schlitzproben des Tagebaues Kleinleipisch und 3 Schlitzproben des Tagebaues Klettwitz in der Weise weitergeführt, daß petrographisch definierte Proben hinsichtlich ihrer Eigenschaften bei und nach der Aufbereitung, Brikettierung und Verkokung studiert wurden. Die bereits im Abschnitt 8.8. vorgenommene Einschätzung der laboratoriumsmäßigen technologischen Untersuchungen erlaubt es, eine sehr grobe Verallgemeinerung der Ergebnisse vorzulegen.

So zeigte sich, daß von den vier Hauptfazies ug – sg – g – x die letztere in der Mehrzahl der Brikett- und Koksseigenschaften die größten Schwankungen der Einzelwerte aufzuweisen hat und oft auch im Mittelwert gegenüber den weiteren Fazies die schlechteste Koksqualität erwarten läßt. Dem entgegen war für ug-Kohle bei fast allen Kenngrößen genau das Gegenteil erkennbar. Ein wesentlich geringerer Schwankungsbereich der Einzelwerte ist hier mit den im Mittel besten Werten der Koksqualität verbunden, wobei jedoch der Bereich der Einzelwerte sich meist bis in das Gebiet der Faziesmittelwerte der sg- und teilweise auch das der g-Kohle erstreckte. Derartige Überschneidungen mit den anderen Fazies deuten auf fließende Übergänge derselben hin und lassen eine exakte Zuordnung eines bestimmten Einzelwertes einer gegebenen Kenngröße zu einer definierten Fazies nicht zu, so daß selbst bei genauer Kenntnis des Lithotyps nichts endgültiges

über die zu erwartende Koksqualität ausgesagt werden kann, da sie offenbar einen großen Komplex sich teilweise widerstreitender Einflußfaktoren umfaßt.

Die Erörterungen über die Beziehungen zwischen petrologischen und technologischen Kennziffern lassen nur in wenigen Ausnahmen befriedigend vollständige Korrelationen erkennen. Dabei kann die Frage der Indikation von Brikett- und Koksqualität durch petrologische Kenngrößen noch nicht abschließend beantwortet werden. Xylitgehalt und Vergelungsgrad zählen zweifellos zu den bedeutsamsten Einflußfaktoren, die aber allein nicht immer die notwendige Aussage zulassen. Es hat den Anschein, als ob zur erschöpfenden Kennzeichnung der technologischen Eigenschaften des Vielstoff-Systems „Kohle“ auch eine Vielzahl von Parametern notwendig sei. Der in dieser Absicht eingeführte Remissionsgrad brachte lediglich im Falle der Druckfestigkeit, der Bitumengehalt am Beispiel der Koksdruckfestigkeit eine befriedigende Korrelation.

Gewisse Hoffnungen nach einer besseren Kennzeichnung des Komplexes „Fazies-Koksqualität“ knüpften sich an das Angiospermen-Koniferen-Verhältnis. Wie sich abzeichnet, sind bei einem Quotienten $> 1,2$ die verkokungsfreundlichen sg- und ug-Lithotypen zu finden. Die verkokungsungünstigen g- und x-Kohlen gruppieren sich im Bereich $< 1,2$ mit weniger als 93 % Abriebrückstand (bezogen auf 4 Minuten Trommelungsdauer entsprechend 100 Umdrehungen der IfB-Trommel). Bedauerlicherweise konnten dieserart noch keine voll befriedigenden Korrelationen zur Abriebfestigkeit des BHT-Kokses nachgewiesen werden.

Damit sind die methodischen Möglichkeiten der angewandten Braunkohlenpetrographie keinesfalls erschöpft. Insbesondere die weitere Entwicklung pollenanalytischer Untersuchungsverfahren wie auch die quantitative Mazeralanalyse an Rohkohlen, Briketts und Koksformlingen versprechen bessere Formen der Kohlenqualitätscharakterisierung.

Literatur

- [1] *Rammler, E., und P. Nagel:* Die Erzeugung von Braunkohlen-Hochtemperaturhartkoks. Neueste Technik auf den Gebieten der Roheisenerzeugung. Veröffentlicht von dem Forschungsinstitut für Roheisenerzeugung (1960) S. 72 bis 80.
- [2] *Rammler, E., Peetz, G., Graefe, K., und K. Heide:* Zur Kenntnis der Brikettiereigenschaften der Braunkohle. IV. Untersuchung von Schlitzproben des Tagebaues Kleinleipisch-Koyne auf Brikettier- und Verkokungseigenschaften. Freib. Forsch.-H. A 139 (1959) S. 85–119.
- [3] *Rammler, E.:* Zur Entwicklung der Arbeiten über BHT-Koks. Bergakademie 4 (1952) S. 7–14.
- [4] *Rammler, E., und G. Bilkenroth:* Grundlagen der Herstellung von BHT-Koks. Freib. Forsch.-H. A 13 (1953) S. 6–13.
- [5] *Rammler, E., und G. Bilkenroth:* Über die Zusammenhänge zwischen Brikett- und Kokseigenschaften bei der Braunkohlen-Hochtemperaturverkokung. Freib. Forsch.-H. A 24 (1954) S. 32–46.

- [6] *Gerlach, G.*: Untersuchungen über die Schrumpfung von Braunkohlenbriketts verschiedener Eigenschaften bei der Schwelung und über die Zusammenhänge zwischen Schrumpfung und Koksfestigkeit. *Freib. Forsch.-H. A 43* (1956) 109 Seiten.
- [7] *Rammler, E., Metzner, H., und G. Bilkenroth*: Auswirkung der Kornverteilung der Brikettierkohle auf die Eigenschaften von Feinstkorn- und Staubbriketts und ihre Verkokungsgüte. *Freib. Forsch.-H. A 62* (1957) S. 34–75.
- [8] *Bilkenroth, G., und E. Rammler*: Entwicklungsfragen der Braunkohlenverarbeitung unter Berücksichtigung der Lagerstättenverhältnisse. *Freib. Forsch.-H. A 33* (1955) S. 32–71.
- [9] *Rammler, E., und G. Bilkenroth*: Über einige stoffliche Einflüsse auf die Verkokungsstandfestigkeit von Feinstkornbriketts aus Niederlausitzer Braunkohle. *Freib. Forsch.-H. A 30* (1954) S. 47–65.
- [10] *Bilkenroth, G.*: Über den Einfluß einiger naturgebundener Bestandteile der Rohbraunkohle auf die Qualität ihrer Veredlungsprodukte. *Freib. Forsch.-H. A 48* (1956) S. 11–34.
- [11] *Rammler, E., Jacob, H., und G. Bilkenroth*: Beitrag zur Mikroskopie des Braunkohlen-Hochtemperatur-Kokses. *Freib. Forsch.-H. A 18* (1953) S. 23–35.
- [12] *Rammler, E.*: Technische und wirtschaftliche Verwendungsmöglichkeiten von Ballastbraunkohle. *Freib. Forsch.-H. A 6* (1952) S. 5–25.
- [13] *Rammler, E., und H. Metzner*: Über den Nutzen von Schlitzprobenuntersuchungen zur Beurteilung der Schwankungen der Veredlungseigenschaften von Braunkohlenflözen. *Freib. Forsch.-H. A 90* (1958) S. 5–28.
- [14] *Jacob, H.*: Petrologische Untersuchungen am Unterflöz der Niederlausitz im Bereiche des Senftenberger Braunkohlenreviers. *Bergbautechnik 4* (1954) 9, S. 489–495.
- [15] *Jacob, H.*: Petrologische Untersuchungen am Unterflöz der Niederlausitz im Bereiche von Spremberg. *Bergbautechnik 6* (1956) 2, S. 81–87.
- [16] *Jacob, H.*: Braunkohlen-Lagerstätten-Typen im Bereiche der DDR. *Ber. d. Geol. Gesellsch. d. DDR 2* (1957) 3, S. 151–164.
- [17] *Jacob, H., und S. Wagner-Beeger*: Zur Methodik und praktischen Bedeutung der Bestimmung des Xylitgehaltes in Weichbraunkohlen. *Freib. Forsch.-H. A 44* (1955) S. 80–95.
- [18] *Jacob, H., und E. Rammler*: Die petrographische Bestimmung des Xylitgehaltes von Weichbraunkohlen. *Freib. Forsch.-H. A 160* (1960) S. 67–94.
- [19] *Mehner, W., und F. v. Raupach*: Eine tertiäre Scholle im Diluvium von Dobrilugk. *Geologie 1* (1952) S. 54–58.
- [20] *Issel, F.*: Die Kleinleipischer und Plessaer Endmoränen. *Bergbau und Energiewirtschaft 4* (1951) 5, S. 211–217.
- [21] *Schulz, P.*: Das Probenehmen von Braunkohlen und die Untersuchung von Braunkohlenflözen. Verlag W. Knapp, Halle/S. 1927.
- [22] Arbeitsgruppe „Vereinheitlichung von Analysenmethoden“. Untersuchungsverfahren für feste Brennstoffe unter besonderer Berücksichtigung der Braunkohle. *Freib. Forsch.-H. A 219* (1962) S. 1–116.
- [23] *Jacob, H., und M. Süß*: Vorschläge zur graphischen Auswertung von Braunkohlenuntersuchungen in Profildarstellung. *Bergakademie 10* (1958) 10, S. 521 bis 527.
- [24] *Lapik, V.*: Diplomarbeit am Institut für Technische Brennstoffverwertung der Bergakademie Freiberg (1960).
- [25] *Strzodka, K.*: Einige grundsätzliche Gedanken und Vorschläge zur Verbesserung des Untersuchungsbohrprogramms bei Braunkohlen-Tagebaufeldern. *Bergbautechnik 9* (1959) 9, S. 457–432.
- [26] *Jacob, H.*: Untersuchungen über die Beziehungen zwischen dem petrographischen Aufbau von Weichbraunkohlen und der Brikettierbarkeit. *Freib. Forsch.-H. A 45* (1956)

- [27] *Jacob, H.*: Kohlenpetrologische Arbeiten zur Qualitätsverbesserung des Braunkohlen-Hochtemperaturkokes. *Proceed. International Comm. Coal Petrology* (1960) 3, S. 141–147.
- [28] *Süß, M.*: Zur Petrographie des Xylits. *Freib. Forsch.-H. A 148* (1959) S. 14–33.
- [29] *Voigt, G., Schenke, K., und Knauth, B.*: Über Einflüsse der Kohle bei der BHT-Verkokung. *Freib. Forsch.-H. A 263* (1962) S. 73–98.
- [30] *Süß, M.*: Petrologische Untersuchung des Braunkohlenvorkommens von Piskowitz bei Kamenz. *Freib. Forsch.-H. C 50* (1959) S. 63–98.
- [31] *Süß, M., und E. Sontag*: Petrologische Untersuchung des Bitterfelder Braunkohlenvorkommens im Bereich der Tagebaue Holzweißig und Goitsche. *Freib. Forsch.-H. A 160* (1960) S. 5–39.
- [32] *Jacob, H.*: Neuere Ergebnisse der angewandten Braunkohlenpetrologie. *Berg- und Hüttenmänn. Monatshefte* 105 (1960) 2, S. 21–29.
- [33] *Süß, M., Sontag, E., und L. Gläser*: Zur Petrologie des Geiseltalflöz. *Freib. Forsch.-H. A 172* (1960) S. 9–62.
- [34] *Süß, M., und L. Gläser*: Zur Petrologie der Braunkohlenlagerstätte von Profen bei Zeitz. *Freib. Forsch.-H. A 198* (1961) S. 7–36.
- [35] *Rammler, E., und H. Jacob*: Zur Kenntnis der Brikettiereigenschaften der Braunkohle. I. Untersuchungen an Kohle aus dem Tagebau Domsdorf (Niederlausitz). *Freib. Forsch.-H. A 99* (1958) S. 83–104.
- [36] *Rammler, E., und H. Jacob*: Zur Kenntnis der Brikettiereigenschaften der Braunkohle. II. Untersuchungen an Kohle aus dem Tagebau Plessa (Niederlausitz). *Freib. Forsch.-H. A 102* (1958) S. 99–128.
- [37] *Rammler, E., und H. Jacob*: Über die Brikettiereigenschaften von Dopplerit. *Freib. Forsch.-H. A 3* (1951) S. 22–31.
- [38] *Jacob, H.*: Dopplerit. Seine Petrographie und Genesis. *Geologie* 7 (1958) 1, S. 61–79.
- [39] *Teichmüller, M., und P. W. Thomson*: Vergleichende mikroskopische und chemische Untersuchungen der wichtigsten Fazies-Typen im Hauptflöz der niederrheinischen Braunkohle. *Fortschr. Geol. Rheinld. und Westfalen* 2 (1958), S. 573–598.
- [40] *Teichmüller, M.*: Rekonstruktionen verschiedener Moortypen des Hauptflöz der niederrheinischen Braunkohle. *Fortschr. Geol. Rheinld. und Westfalen* 2 (1958), S. 599–612.
- [41] *Sontag, E.*: Feinstratigraphische Untersuchungen zur Deutung der Flözgenese im Gebiet der Tagebaue Witznitz und Schleenhain des Leipzig-Bornaer Braunkohlenrevieres. *Freib. Forsch.-H. C 37* (1957) S. 89–108.
- [42] *Thiergart, F.*: Die Pollenflora der Niederlausitzer Braunkohle, besonders im Profil der Grube Marga bei Senftenberg. *Jb. Preuß. Geol. Landesanst., Vol. 58* (1938) S. 282–348.
- [43] *Hunger, R.*: Zur Stratigraphie und Fazies der Lausitzer Braunkohlen. *Freib. Forsch.-H. C 9* (1954) S. 5–22.
- [44] *Rammler, E., und E. Kaltofen*: Zur Ermittlung der Standfestigkeit von Briketts bei der Schwelung, Vergasung und Verkokung. *Freib. Forsch.-H. A 30* (1954) S. 47–65.
- [45] *Rammler, E., und H. Wunsch*: Vergleich der Eigenschaften, insbesondere der Abriebfestigkeit und Härte, von Braunkohlenkoks aus verschiedenen Kohlevarietäten. *Freib. Forsch.-H. A 168* (1960) S. 58–75.
- [46] *Wagner-Beeger, S., und E. Rammler*: Zum Einfluß von Korngröße und Art des Xylits auf die Festigkeit von Feinstkornbriketts und BHT-Koks. *Freib. Forsch.-H. A 168* (1960) S. 76–91.
- [47] *Magalowski, G.*: Feinstratigraphische Untersuchungen der Braunkohle des Tagebaues Spreetal in der östlichen Niederlausitz zur Deutung der Flözgenese unter besonderer Berücksichtigung der Sporomorphenföhrung. *Freib. Forsch.-H. C 85* (1960) S. 69–91.

- [48] *Preuß, B.*: Zur Feld-Ansprache von Braunkohlen-Arten im Raum Lauchhammer (Niederlausitz). *Freib. Forsch.-H. A 160* (1960) S. 62–66.
- [49] *Preuß, B.*: Über die Anfertigung großflächiger kohlenpetrographischer Auflicht-Hellfeld-Aufnahmen. *Bergakademie* **13** (1961) 11, S. 694–700.
- [50] *Preuß, B.*: Die Anwendung einer neueren mikroskopischen Untersuchungsmethode an Braunkohlen (PFLUGS „Andrucke“). *Freib. Forsch.-H. A 259* (1962) S. 7–18.
- [51] *Voigt, G.*: Kohlengeologische Probleme bei der Kokskohlegewinnung im Braunkohlenkombinat Lauchhammer. *Freib. Forsch.-H. A 259* (1962) S. 19–30.
- [52] *Jacob, H.*: Petrologische Untersuchungen von Weichbraunkohle hinsichtlich Brikettierung und Verkokung. *Braunkohle, Wärme, Energie* **11** (1959) 3, S. 85 bis 93.
- Franke, D.*: Zu Fragen geologischer Terminologie und Klassifikation (II). Der Begriff „Fazies“. (3 Teile). *Zeitschrift für Angew. Geologie* (1963), H. 1, 2, 3, S. 39–45, 97–102, 153–157.

Im gleichen Verlag sind erschienen:

Technologie und Chemie der Braunkohlenverwertung

Herausgeber: Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. eh. ERICH RAMMLER
und Lehrbeauftragter Dipl.-Ing. Hans-Joachim v. Alberti

624 Seiten mit 274 Bildern und 108 Tabellen · Format 16,5 cm × 23 cm
Kunstleder 54,- DM

In guter Zusammenarbeit mit namhaften Wissenschaftlern und Praktikern ist es den Herausgebern gelungen, nicht nur ein dringend benötigtes Fachbuch, sondern darüber hinaus ein unentbehrliches Nachschlagewerk zu schaffen, das den Leser über den derzeitigen Stand der Welttechnik unterrichtet.

Es werden in den ersten Abschnitten die Bildung von Weichbraunkohlen, die chemische Zusammensetzung und die Untersuchungsmethoden für Braunkohle sowie das Erschließen von Braunkohlenlagerstätten behandelt. Den Hauptteil des Buches bilden die Beschreibungen der physikalischen, der thermischen und der chemischen Veredelungsverfahren. Der letzte Abschnitt beinhaltet die Nebenanlagen der thermisch-chemischen Veredelung und befaßt sich mit der Konvertierung, der CO₂-Beseitigung aus synthetischen Gasen, der Schwefelgewinnung und der Verarbeitung von Schwelwasser.

Das Buch ist für den in der Praxis stehenden Ingenieur und für Studenten an Hoch- und Fachschulen gedacht. Es stellt in seiner Art das umfangreichste und modernste Fachbuch über die Braunkohlenverwertung dar.

Wetterlehre und Grubenbrandbekämpfung

Von Dipl.-Ing. W. NEUMANN, Dr. mont. Dipl.-Berging. F. PLASCHE

und Dipl.-Ing. G. SONNEMANN

356 Seiten mit 259 Bildern und 28 Tabellen und 10 Anlagen

Format 16,5 cm × 23 cm · Halbleinen 24,- DM

Nach einer allgemeinen Einführung über die Wetterführung und die Aufgaben der Wetterwirtschaft werden die Grubengase, deren Entstehung, Nachweis und Eigenschaften behandelt. Es folgen Ausführungen über die Probleme des Kohlenstaubes, des Gesteinsstaubes und deren Bekämpfung. Weitere Abschnitte sind den physikalischen Eigenschaften der Wetter, den Meßgeräten, dem Grubenklima, mathematischen und graphischen Methoden der Wetternetzrechnung und der Wetterbewegung gewidmet. Ausführlich werden die Lüfter, ihre Kenngrößen und der zweckmäßige Einsatz unter verschiedenen Betriebsbedingungen behandelt. Die Planung von Sonderbewetterungsanlagen wird durch Nomogramme erleichtert. Den Schluß bilden Ausführungen über die Entstehung und Bekämpfung der Grubenbrände.

Das Werk ist für die praktische Arbeit der Wettersteiger und Wetteringenieure gedacht, ist aber auch geeignet für die Ausbildung von Studierenden an Bergingenieurschulen sowie für Studenten an Hochschulen.

FREIBERGER FORSCHUNGSHEFTE

Schriftenreihe für alle Gebiete der Montanwissenschaften

A 173

Kali- und Salzbergbau

GIMM/PFORR

Gebirgsschläge im Kalibergbau

unter besonderer Berücksichtigung von Erfahrungen

des Kohle- und Erzbergbaus

190 Seiten mit 109 Bildern und 6 Tabellen · Format 16,7 cm × 24 cm

Kartoniert 19,50 DM

Das Forschungsheft enthält im 1. Hauptteil eine nach einheitlichen Gesichtspunkten durchgeführte Beschreibung der schweren Gebirgsschläge im Kalibergbau sowie eine kritische Darstellung der Hypothesen. Dabei werden ältere und neuere Unterlagen sowie Messungen ausgewertet. Im 2. Hauptteil wird ein Überblick über den Stand der Gebirgsschlagforschung in einigen Distrikten des Kohle- und Erzbergbaus gegeben. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse über Voraussetzungen und Gesetzmäßigkeiten sowie über die Erfolgsaussichten der verschiedenen Maßnahmen zur Bekämpfung der Gebirgsschlaggefahr werden schließlich mit den Erfahrungen des Kalibergbaus verglichen und soweit wie möglich auf die Verhältnisse des Kalibergbaus übertragen.

FREIBERGER FORSCHUNGSHEFTE

Schriftenreihe für alle Gebiete der Montanwissenschaften

A 272

Bergbau – Tiefbau

Vorträge des XIV. Berg- und Hüttenmännischen Tages
vom 13. bis 16. Juni 1962 in Freiberg

75 Seiten mit 48 Bildern und 7 Tabellen · Format 16,7 cm × 24 cm
Kartonierte 13,55 DM

BOLDIZSAR/TARJAN: Hydraulischer Versatz – NAWROD: Gegenwärtiger Stand und Entwicklungstendenzen der hydraulischen Förderung im Kalibergbau – WERSCH: Die Streckenförderung im westdeutschen Steinkohlenbergbau – REVENU: Die Förderung mit Großraumwagen in den Eisenerzgruben Lothringens – BAUCH/SUCHANEK: Kombi mit vertikalem Fräser zur Gewinnung geringmächtiger Flöze

A 291

Aufbereitung

Technisch-Wissenschaftliches Kolloquium der Fabrikbetriebe
der Kaliindustrie am 17. 3. 1962 in Merkers

71 Seiten mit 38 Bildern und 16 Tabellen · Format 16,7 cm × 24 cm
Kartonierte 12,90 DM

WINKLER: Grundlagen der Windsichtung und die Einflußfaktoren auf die Sichterergebnisse von Kreiselsichtern – BEYER: Zerkleinerung und Klassierung von Kalirohsalzen – LIEBISCH/ENDE: Einige Vorschläge zur Verbesserung der Vakuumkühlung in der Kaliindustrie – BORNKESSEL: Die Trocknung von Kaliumsulfat und Bittersalz mit Stromtrocknern

FREIBERGER FORSCHUNGSHEFTE

Schriftenreihe für alle Gebiete der Montanwissenschaften

A 257

Brennstofftechnische Gesellschaft in der Deutschen
Demokratischen Republik

7. Brikettiertechnisches Kolloquium

am 2. und 3. November 1961 in Freiberg

137 Seiten mit 106 Bildern und 21 Tabellen · Format 16,7 cm × 24 cm
Kartonierte 24,40 DM

GRUNEWALD/MÜLLER: Möglichkeiten der Leistungssteigerung von Röhrentrocknern - RAMMLER/KNAUTH/SCHENKE/KUNTZSCH: Untersuchungen über die Herstellung eines Brikettiergutes der Körnung 0 - 1 mm mit einer Windsichterhammermühle - TOTH: Erhöhung der Wasserbeständigkeit Hidaser Briketts durch Anwendung von Erdöldestillationsrückständen - HANEL: Über die Wirksamkeit von inerten Gasen und von Wasserdampf bei der Bekämpfung von Braunkohlenstaubbränden und Braunkohlenstaubverpuffungen - BRANDT: Die Nachrocknung von Braunkohlen in der Wirbelschicht - SCHIRMER: Zu einigen Fragen des Verschleißes von Schwabungen für Braunkohlenbrikettstrangpressen

Bitte richten Sie Ihre Bestellung an Ihre Buchhandlung.

Auch der Verlag nimmt Ihre Bestellung gern entgegen.

VEB DEUTSCHER VERLAG FÜR GRUNDSTOFFINDUSTRIE
LEIPZIG