

pigmentation. In one of the latter cases, as well as in a case where the testis on the operated side did not show any visible damage, microscopical investigation showed no normal sperms, although the unoperated testis of the same animals showed normal sperms.

The operation is, generally, more successful in males than in females, possibly due to the large size of the male gonad which allows better localisation of the treatment. Further, it is possible to push the tip of the electrode into the testis, thus adding mechanical damage to the effect of the current.

*Effect of operation on third instar larvae of Drosophila melanogaster.* 142 adults hatched out of a total of 215 larvae treated. The percentage of hatching adults was 56% for the males and 66% for the females for the whole series of tests, but it was much higher for the last experiments in the series.

| Adults dissected | Sex | Gonad missing or greatly reduced | Gonad only slightly reduced | Gonad not visibly damaged | Doubtful |
|------------------|-----|----------------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------|
| 94               | F   | 20                               | 23                          | 40                        | 11       |
| 48               | M   | 15                               | 13                          | 15                        | 5        |

The results of the tests are shown in the table which summarises all experiments except some preliminary

ones. Of course, success depends largely on the experimenter's skill and the refinement of the method. Therefore the summarised experiments give no real indication of the possible survival rate, which indeed increased from experiment to experiment. In the last and best experiment 15 flies hatched of 20 operated female larvae, showing ovary destructions in 13 cases.

*Acknowledgments.*—This work was carried out at the Institute of Animal Genetics, West Mains Road, Edinburgh, Scotland. The authors are greatly indebted to the Director, Professor C. H. WADINGTON, F. R. S., for providing facilities and for his interest and encouragement during the course of the work. One of us (D.P.) wishes to thank the Deutsche Forschungsgemeinschaft for a travel grant.

E. M. PANTELOURIS and D. POGGENDORF

*Institute of Animal Genetics, West Mains Road, Edinburgh, Scotland, and Entwicklungsphysiologisches Institut der Universität Köln, Germany, August 20, 1954.*

Zusammenfassung

An männlichen und weiblichen Drosophilalarven im dritten Larvenstadium lassen sich die Gonaden durch Hindurchleiten eines hochfrequenten Wechselstroms (Frequenz 20000 Hz, Stromstärke empirisch) ohne Schädigung anderer Organe *in situ* zerstören. Die Methode ist bei Männchen erfolgreicher als bei Weibchen. Die Versuchsanordnung und die Herstellung einer geeigneten Mikroelektrode werden beschrieben.

Informations - Informationen - Informazioni - Notes

STUDIORUM PROGRESSUS

Die tektonische Metamorphose der Kohle

Eine Überschau neuerer Arbeiten

Von W. E. PETRASCHECK jun., Leoben<sup>1</sup>

Die Ursachen der Reifung der Kohle sind mannigfach. Druck und Temperatur sind die Hauptfaktoren, aber auch Unterschiede des pflanzlichen Ausgangsmaterials, geochemisches Bildungsmilieu der Torfmoore, mechanisches und chemisches Verhalten des Nebengesteins der Flöze wirken oft bestimmend auf den Reifegrad (Inkohlungsgrad) einer Kohle. Für jeden dieser Haupt- und Nebenfaktoren gibt es überzeugende Belege; umstritten ist immer wieder, welchem von ihnen die wichtigste Rolle zuzuschreiben ist, da meist mehrere zusammenwirken. Es scheint, dass in manchen Gebieten der eine, in anderen ein anderer Faktor den grössten Einfluss ausgeübt hat. Die folgenden Betrachtungen seien auf die Wirkung des gebirgsbildenden Druckes auf die Kohle beschränkt.

Nicht anzuzweifeln ist die Wirkung der tektonischen Kräfte auf das Gefüge der Kohle im grossen und im kleinen. Tektonische Verdickungen und Verdrückungen von Kohlenflözen sind aus vielen Gebieten bekannt; sie zeigen, dass sich die Kohle gegenüber ihrem Nebengestein zumeist als ein mobilverformbares, «plastisches»

Gestein verhält. Besonders instruktive Beispiele sind dargestellt worden von FABRE und FLEYS<sup>1</sup>, FEUGUEUR<sup>2</sup> (Abb. 1) und früher von WALTHER E. PETRASCHECK<sup>3</sup>.

Diese Plastizität ist aber zumeist nur eine scheinbare gewesen, indem die Verformung in Wirklichkeit in einer differentiellen Bewegung kleiner, fester Kohlentelchen bestand, das heisst also in einem Fliessen zerriebener Feinkohle (Kohlenmylonit). Die Kohle selbst hat ihren chemischen Reifegrad – etwa ausgedrückt im Gehalt der flüchtigen Bestandteile – schon vor der Durchbewegung und Mylonitbildung besessen. Die Inkohlung war präkinetisch. Das mikroskopische Gefüge ist kataklastisch oder blätterig geschiefert. Gefügebilder dieser Art sind von niederschlesischen Kohlen abgebildet worden (zum Beispiel von HOEHNE<sup>4</sup> und kürzlich auch von solchen aus dem Ruhrgebiet (M. und R. TEICHMÜLLER<sup>5</sup>, 1954). Feine Kohlenmylonite sind auch aus den Triaskohlen der Alpen und den Kreidekohlen der Balkanhalbinsel bekannt. Verbreitet ist diese Mylonitbildung immer dort,

<sup>1</sup> J. FABRE und R. FLEYS, *Phénomènes de plasticité et migration dans les charbons alpins*, C. r. 19<sup>e</sup> Congr. Géol. internat. Alger, 149 (1953).

<sup>2</sup> L. FEUGUEUR, *Comportement du charbon, dans une nappe helvétique des alpes françaises*, C. r. 19<sup>e</sup> Congr. Geol. internat., 3, 163 Alger (1953).

<sup>3</sup> WALTHER E. PETRASCHECK, jun., *Verdickungen und Verdrückungen von Kohlenflözen und die Gesetzmässigkeiten ihrer Lage*, Z. prakt. Geol. 45, 172 (1937).

<sup>4</sup> R. HOEHNE, *Zusammenhang von Mikrogefüge und tektonischer Bewegung bei einer niederschlesischen Kohle* – Glück auf 18, Essen (1934).

<sup>5</sup> R. und M. TEICHMÜLLER, *Zur mikrotektonischen Verformung der Kohle*, Geol. Jb. Hannover 69, 263 (1954).

<sup>1</sup> Institut für Geologie und Lagerstättenlehre der Montanistischen Hochschule Leoben (Steiermark).

wo die Flöze von mehreren gebirgsbildenden Bewegungen betroffen wurden, wobei die Inkohlung auf die erste, die Zerreibung der inkohlten Kohle auf die späteren tektonischen Phasen zurückzuführen ist.

Bisweilen sind die Kohlenmylonite durch den orogenen oder den Belastungsdruck wieder zu natürlichen Briketts verfestigt worden. Lockere, mürbe Naturbriketts finden sich bei Schrambach in den östlichen Kalkalpen und bei Rtanj in NO-Serbien, wo die Überlagerung 2000–3000 m, der Belastungsdruck also 500–750 kg/cm<sup>2</sup> betrug. Die Anthrazite des Aostatales sind harte, feste Briketts, deren eckige Mikrobruchstückchen eine verschieden orientierte Lage aufweisen, wie das Mikroskop bei gekreuzten Nikols zeigt (WALTHER E. PETRASCHECK<sup>1</sup>). Hier, im Bereich der tiefpenninischen Decken, mag der Belastungsdruck das Dreifache betragen haben. Kohlenmylonite mit geringer Bedeckung sind lockerer Staub. Die Naturbriketts bilden sich also offenbar bei ähnlichen Drucken wie die bindemittellosen Steinkohlenbriketts in der Ringpresse von APFELBECK (1500 at bei 80–100°C).

Es gibt aber in den Alpen bisweilen Glanzbraunkohlenflöze, welche starke tektonische Mächtigkeitsschwankungen erkennen lassen und dennoch hart und fest sind. Hier muss die Materialwanderung vom verfestigenden Vorgang der Kohlenreifung zeitlich überdauert worden sein. Dass dem so ist, hat die mikroskopische Betrachtung von orientiert entnommenen Kohlenproben aus stark gestauchten Teilen des miozänen Glanzbraunkohlenflözes von Leoben (Steiermark) erwiesen: die glänzenden und scheinbar homogenen Anschliffe zeigten nach ihrer Ätzung eine intensive Fältelung- und Schlingenstruktur, deren Achsen mit den Achsen der Grossfaltung parallel waren (Abb. 2) WALTER E. PETRASCHECK<sup>2</sup>). Diese Kohlen sind bei einer einzigen gebirgsbildenden Phase gefaltet und zugleich inkohlt worden (parakinetische Inkohlung). Der tektonische Inkohlungsprozess, der nach DULHUNTY<sup>3</sup> und LAHIRI<sup>4</sup> in einer Schliessung der Poren und einer Austrocknung der Kolloide besteht, bewirkt die Erhärtung. M. und R. TEICHMÜLLER<sup>5</sup> stellten neuerdings fest, dass plastische Verformungen nur bei Braunkohlen und im Ruhrgebiet bisweilen auch bei Fettkohlen vorkommen, und wollen dies durch die Weichheit dieser beiden Kohlenarten erklären. Demgegenüber sei auf die durchgehende kataklastische Zerreibung der Fettkohlen von Niederösterreich, Neurode und Bulgarien verwiesen.

Vereinzelt gibt es auch Fälle, wo Bewegungen in flüssigem Torfbrei noch vor der Inkohlung stattfanden, die Inkohlung also postkinetisch ist. Das gilt für gelegentliche subaquatische Kleinfältelung in der oberbayrischen Pechkohle oder für das Einfließen von Humusbrei in Spalten des Untergrundes im Kandertal in der Schweiz (RITTER und KELTERBORN<sup>6</sup>, BECK<sup>7</sup>). Auch hier sind die Kohlen fest.

Die Beachtung des zeitlichen Verhältnisses von Deformation und Inkohlung gibt auch den Schlüssel für das Verständnis der neuerdings beachteten Erscheinung

der *optischen Anisotropie der Kohlen*. Die viermalige Auslöschung im polarisierten Licht bei gekreuzten Nikols – bei Braunkohlen und Flammkohlen im Dünnschliff, bei Magerkohlen und Anthraziten im Anschliff erkennbar – ist schon frühzeitig von HORN an Kohlen von Spitzbergen und von STACH und KÜHLWEIN an Kohlen des Ruhrgebietes festgestellt worden. Stets war diese Auslöschung gerade, das heisst parallel und senkrecht zur Schichtung. Vor einigen Jahren beobachtete WILHELM PETRASCHECK<sup>1</sup> eine schiefe Auslöschung an manchen Kohlen der Alpen und Bulgariens. Eine kürzlich durchgeführte Untersuchung orientierter Dünnschliffe ergab eine häufige schiefe Auslöschung der Glanzbraunkohlen von Leoben, Fohnsdorf, zum Teil auch von Oberbayern und Trifail (WALTHER E. PETRASCHECK<sup>2</sup>).

Die optische Anisotropie geht auf eine Spannungsdoppelbrechung zurück, welche der kolloidalen Kohlensubstanz in einem früheren Stadium aufgeprägt wurde. Wenn die Kohlenreifung unter dem Einfluss des Belastungsdruckes erfolgte, wie es zum Beispiel bei den flach liegenden Braunkohlen Spitzbergens der Fall war, oder auch – nach neuen Ergebnissen R. und M. TEICHMÜLLERS<sup>3</sup> – bei den Steinkohlen des Ruhrgebietes, dann ist die Auslöschung gerade, also bestimmt durch die horizontale Lage der Schichtung und die vertikale des Belastungsdruckes. Diese gerade Auslöschung blieb auch dann erhalten, wenn die Flöze später schräggestellt wurden, wie es ja beim gefalteten Ruhrkarbon der Fall ist; ja sie blieb selbst bei den wirr gelagerten Bruchstückchen der Anthrazitmylonite des Aostatales konserviert. Offenbar hat sich die Feinstruktur der Kohlensubstanz nach der Spannungsanisotropie orientiert. Dort aber, wo der tektonische Druck gleichzeitig faltend, also schrägstellend und inkohlend wirkte, wurde den Kohlen eine schiefe Auslöschung aufgeprägt.

Besonders kennzeichnend war hier eine Probe oberbayrischer Glanzbraunkohle aus Hausham, bei welcher die Auslöschung im grossen schichtparallel, im kleinen aber schräg zu den Detailfältchen im Zentimetermassstab war; es steht das in Übereinstimmung mit der Vorstellung von einer sehr frühen, zum Teil vielleicht noch subaquatischen Entstehung eines Teiles der dortigen Kohlenfältelung (Abb. 3).

Kürzlich hat auch WILLIAMS<sup>4</sup> Beziehungen zwischen einer geringen Auslöschungsschiefe mit dem Inkohlungsgrad in Kohlen von S-Wales festgestellt (1953)<sup>5</sup>.

Während die bisher besprochenen Erscheinungen einer physikalischen Dynamometamorphose der Kohlen klar auf deren tektonische Beanspruchung zurückzuführen sind, ist das bei dem *chemischen Vorgang der Inkohlung* viel schwieriger. Denn hier spielen, wie eingangs erwähnt, viele Faktoren mit, und die Schwierigkeit liegt darin, jeweils nur einen in seiner Wirkung abzuschätzen. Unterschiede des pflanzlichen Ausgangsmaterials werden durch Beschränkung auf Vitritanalysen ausgeschaltet, wobei heute vielfach nicht der Vitrit der Flöze selbst,

<sup>1</sup> WALTHER E. PETRASCHECK, jun., *Gefügeuntersuchungen an tektonisch beanspruchten Kohlen*, Z. dtsh. Geol. Ges. 87, 622 (1935).

<sup>2</sup> WALTHER E. PETRASCHECK, jun., *Das tektonische Gefüge alpiner Glanzbraunkohlen*, Z. dtsh. Geol. G. 92, 441 (1940).

<sup>3</sup> J. A. DULHUNTY, *Some effects of compression on the physic properties of low rank coal*, Proc. Roy. Soc. NS-Wales 82, Sydney (1950).

<sup>4</sup> A. LAHIRI, *Metamorphism of Coal*, Econ. Geol. 46, 252 (1951).

<sup>5</sup> R. und M. TEICHMÜLLER, Geol. Jb. Hannover 69, 263 (1954).

<sup>6</sup> E. A. RITTER und P. KELTERBORN, *Über das Kohlenvorkommen der Schlafegg ob Kandergrund*, Eclog. Geol. Helv. 39, 1 (1946).

<sup>7</sup> R. BECK, *Die Kohlenvorkommen des Kandertals*, Dissertation, Universität Bern (1948).

<sup>1</sup> WILHELM PETRASCHECK, *Die Metamorphose der Kohle und ihr Einfluss auf die sichtbaren Bestandteile derselben*, Sitz. Ber. Österr. Ak. Wiss. Math.-Nat. Kl. I. 156, Wien (1947).

<sup>2</sup> WALTHER E. PETRASCHECK, jun., *Zur optischen Anisotropie der Kohlen*, Tschermaks min. petr. Mitteilungen, Wien (1954).

<sup>3</sup> R. und M. TEICHMÜLLER, *Inkohlungsfragen im Ruhrkarbon*, Z. dtsh. geol. Ges. 99, 40 (1947).

<sup>4</sup> E. WILLIAMS, *Anisotropy of the Vitrain of South Wales Coals*, Fuel 32, London (1953).

<sup>5</sup> Auch R. und M. TEICHMÜLLER deuten unabhängig vom Verfasser dieser Zeilen in ihrer gleichfalls 1954 erschienenen Arbeit (loc. cit.) die Anisotropie der bayrischen Pechkohle als Spannungsanisotropie.

sondern der des Pflanzenhäcksels im Hangenden der Flöze analysiert wird.

Der Einfluss des Druckes, von dem allein hier die Rede sein soll, wird gewöhnlich aus zwei altbekannten Beziehungen abgeleitet: 1. aus der Zunahme der Kohlenreife mit der Tiefe innerhalb einer flözführenden Schichtfolge und 2. aus der Zunahme der Kohlenreife beim Eintritt von ungefalteten Bereichen in gefaltete Bereiche derselben Flözserie. Die erste Gesetzmässigkeit wird dem Belastungsdruck, die zweite dem gebirgsbildenden (tektonischen) Druck zugeschrieben.

Die Zunahme der Inkohlung mit der stratigrafischen Tiefe, bekannt unter dem Namen «Hiltche Regel», ist im grossen Durchschnitt recht regelmässig; auf je 100 m Tiefe nimmt der Gehalt an flüchtigen Bestandteilen um 1–2% ab, wobei die Abnahme bei den unreifen Steinkohlen grösser, bei reifen Steinkohlen kleiner ist (Abb. 4). Als wirksame Tiefe ist aber nicht nur die stratigrafische Tiefe innerhalb der Flözserie, sondern auch die Überlagerungsmächtigkeit des Deckgebirges und die vertikale Tiefe bei einfallenden Flözen in Betracht zu ziehen. Der Einfluss der Tiefe auf den Inkohlungsgrad ist von STAINIER<sup>1</sup> in einer ausführlichen Untersuchung bestritten worden. STAINIER macht auf die zahlreichen Ausnahmen in den Flözserien aufmerksam, indem immer wieder gasreichere Kohlen unter gasärmeren erscheinen, und möchte die Regel dort, wo sie besteht, auf eine sukzessive Wandlung der kohlenbildenden Flora zurückführen. Demgegenüber haben – abgesehen von den zahlreichen früheren Befürwortern der Hiltchen Regel – in den letzten Jahren zum Beispiel HICKLING<sup>2</sup> für englische Kohlenfelder, R. und M. TEICHMÜLLER<sup>3</sup> für westdeutsche, HECK<sup>4</sup> für die appalachischen überzeugende Belege für die gesetzmässige Relation Tiefe–Inkohlungsgrad beigebracht. Dabei ist von diesen Autoren als wesentlicher Umstand beachtet worden, dass sich innerhalb der flözführenden Serien die primären Mächtigkeiten entsprechend der Form der Becken ändern, wodurch beim Vergleich einer und derselben stratigrafischen Kohlenschicht oft falsche Gesetzmässigkeiten vorge-täuscht oder wahre verschleiert wurden. Auch die vor allem in Deutschland – im Anschluss an ein früheres Vorbild nach WILHELM PETRASCHECK – geübte Beschränkung auf Vitritanalysen lässt den Tiefeneinfluss viel regelmässiger erscheinen. Ausnahmen in der Reihe konnten vielfach durch das geochemische Bildungsmilieu erklärt werden.

Bei diesem Tiefeneinfluss steht aber eine für die Beurteilung der tektonischen Metamorphose der Kohle entscheidende Frage zur Diskussion: ist die Reifung vorwiegend auf den mit der Tiefe zunehmenden Belastungsdruck oder auf die mit der Tiefe zunehmende Temperatur zurückzuführen?

TEICHMÜLLER und HICKLING von der geologischen und SCHULTZE und ZETSCHE von der chemischen Seite haben sich für die Erdwärme erklärt, viele frühere Bearbeiter für den Druck. Die Frage ist für die tektonische Metamorphose darum von Bedeutung, weil nach TEICHMÜLLER auch die Faltungsinkohlung nicht durch den gebirgsbildenden Druck, sondern durch die Reibungswärme verursacht sei<sup>5</sup>.

W. FUCHS leugnet aus thermodynamischen Gründen die Möglichkeit einer Inkohlung (O-Abspaltung) durch Druck und hält auch eine solche durch Wärme nur in unmittelbarer Nähe im 1-Meter-Bereich von Eruptivkontakten für theoretisch denkbar. Demgegenüber sei auf die viele Zehner von Metern weit reichende thermische Veredelung der Kohlen über dem Andesit von Handlova verwiesen.

Als Argumente, welche für eine massgebliche Mitwirkung des Druckes bei der Inkohlung sprechen, können nach Meinung des Verfassers angeführt werden: 1. Experimentelle Untersuchungen von BRIGGS, SUTCLIFFE und HOFFMANN<sup>1</sup> ergaben, dass zunehmend erhöhter Druck bei konstant gehaltener mässiger Temperatur eine zunehmende Entgasung (Inkohlung) der Probekohlen bewirkte, wobei die abgegebene Gasmenge um das 10–20fache grösser war als die bei Feinstzerkleinerung freigesetzte okkludierte Gasmenge (Abb. 5); 2. die mit der Tiefenzunahme verbundene Umwandlung des Nebengesteins der Flöze (Verhärtung und Verdichtung) ist gleichartig mit jener, welche durch tektonischen Druck erzielt wird; 3. ein Studium der von CADY zusammengestellten Flözanalysen des flachen, epikontinentalen Kohlenfeldes von Illinois zeigt, dass dort trotz halb so grosser Tiefenzunahme der geothermischen Temperatur die Inkohlung offenbar im gleichen Mass zunimmt wie in den Steinkohlentrögen Europas und Amerikas mit normaler geothermischer Tiefenstufe.

Mit dieser Stellungnahme soll aber keineswegs der Einfluss der Erdwärme abgeleugnet werden. Thermische Metamorphose der Kohle ist altbekannt, und kürzlich sind – wiederum durch TEICHMÜLLER – in Westdeutschland beachtliche Anzeichen eines verborgenen Tiefenvulkanismus aus regionalen Inkohlungskarten abgeleitet worden. Vielleicht gelingt es der Kohlenchemie einmal, typische druckempfindliche und typische temperaturempfindliche Verbindungen zu erkennen, welche die Entscheidung von Fall zu Fall gestatten. Die Schädigungen und Farbveränderungen an Harzen und Sporen bei bestimmten Temperaturen bzw. das Ausbleiben solcher Veränderungen ergaben einen ersten Hinweis in dieser Richtung (DARRAH<sup>2</sup>).

Aus den für die verschiedenen Inkohlungsstufen etwas verschiedenen Verhältnissen der Abnahme von Feuchtigkeit bzw. flüchtigen Bestandteilen mit der Tiefe hat SZADÉCKY-KARDOSS<sup>3</sup> eine «wahrscheinliche Tiefen-Inkohlungskurve» konstruiert, welche verschiedene flache Krümmungen und Wendepunkte aufweist, aber doch in weiten Teilen einer Geraden folgt. WILHELM PETRASCHECK<sup>4</sup> hat eine grosse Anzahl von Kohlen als Punkte in einem Koordinatensystem Tiefe–Inkohlungsgrad eingezeichnet. Der Vergleich der konstruierten Kurve mit den tatsächlichen Verhältnissen zeigt nach SZADÉCKY-KARDOSS, dass die meisten Kohlen reifer sind, als es einer einfachen Belastungsmetamorphose entspräche; sie haben also eine zusätzliche, teils thermische, teils tektonische Metamorphose mitgemacht.

Für die tektonische Veredelung der Kohlen haben schon frühzeitig WHITE<sup>5</sup> aus Nordamerika und WIL-

<sup>1</sup> X. STAINIER, *Des rapports entre la composition des Charbons et leurs conditions de gisements*, Ann. Soc. géol. Belgique, Liège 67 (1943).

<sup>2</sup> G. A. HICKLING, Discussion, Quat. J. Geol. Soc. London C IV/3 (1949).

<sup>3</sup> R. und M. TEICHMÜLLER, *Inkohlungsfragen im Ruhrcarbon*, Z. dtsh. geol. Ges. 99, 40 (1947).

<sup>4</sup> E. T. HECK, *Regional metamorphism of coal in SE-West Virginia*, Bull. Am. Petrol. Geol. 27, 1194 (1943).

<sup>5</sup> W. FUCHS, *Neuere Untersuchungen über die Entstehung der Kohle*, Chemikerzeitung 46, 3, Heidelberg 1952.

<sup>1</sup> E. HOFFMANN, *Untersuchungen über Gasbildung der Steinkohlen des Ruhrgebietes*, Beihefte Z. Ver. dtsh. Chem. 24, 1 (1936).

<sup>2</sup> W. C. DARRAH, *Observations on the vegetable constituents of coals*, Economic Geology 36 (1941).

<sup>3</sup> E. SZADÉCKY-KARDOSS, *Gesteinsumwandlung und Kohlenge- steine*, Acta Geol. Acad. Sci. Hung., Budapest 1, 1 (1952).

<sup>4</sup> WILHELM PETRASCHECK, *Der Einfluss der Fazies der Flözablag- erung auf die Eigenschaften der Kohle*, Z. dtsh. Geol. Ges. 104 (1952).

<sup>5</sup> D. WHITE, *Progressive regional carbonization of coals*, Trans. Amer. Inst. Min. Eng. 71 (1925).

HELM PETRASCHECK aus Mittel- und SO-Europa in einer Reihe von Abhandlungen zahlreiche Beispiele angeführt, welche alle zeigen, dass der Inkohlungsgrad eines Flözes oder einer Flözgruppe vom ungefalteten in den gefalteten Bereich zunimmt. Viele andere Autoren haben über gleichartige Fälle berichtet. Wenn auch in einzelnen Fällen abweichende Erklärungen als wahrscheinlicher

erkannt worden sind, so kann doch in Anbetracht der Fülle des Materials die Wirkung des tektonischen Druckes als Inkohlungsfaktor nicht abgestritten werden. Diese oft sukzessive Zunahme der Kohlenreife beim Fortschreiten vom schwach ins stark gefaltete Gebiet hat den Verfasser zu einem Versuch geführt, die Grösse des Faltungsdruckes quantitativ zu bestimmen: wenn

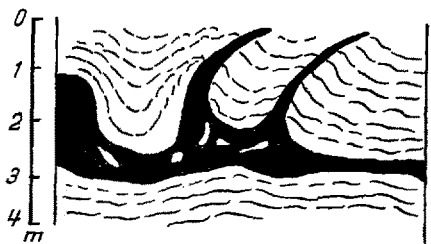


Abb. 1. Plastische Verformung einer eozänen Steinkohle von Aräches in der Nappe de Morcles (nach L. FEUGUEUR).

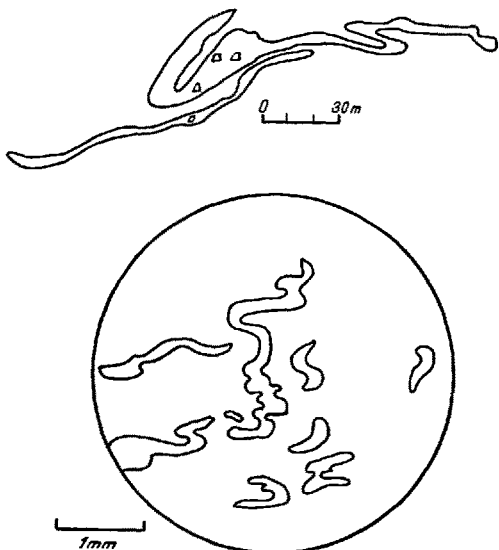


Abb. 2. Flözstauchung im grossen und gleich orientierte mikroskopische Kohlenstauchung in der Glanzbraunkohle von Leoben; letztere nach einem geätzten Anschliff (nach WALTHER E. PETRASCHECK).

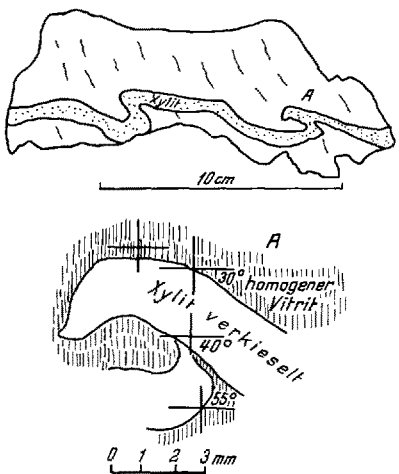


Abb. 3. Schiefe Auslöschung in einer Xylitlage in der oberbayrischen Pechkohle (nach WALTHER E. PETRASCHECK).

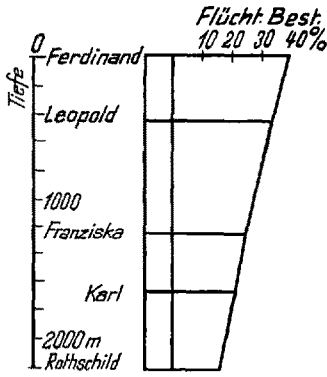


Abb. 4. Abnahme der flüchtigen Bestandteile mit der Tiefe in Vitrit der Ostrauer Schichten.

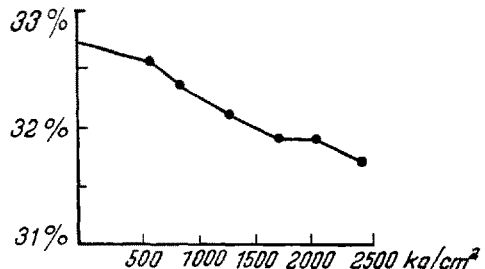


Abb. 5. Abnahme der flüchtigen Bestandteile mit zunehmendem Pressdruck (Experimente von BRIGGS und SUTCLIFFE).

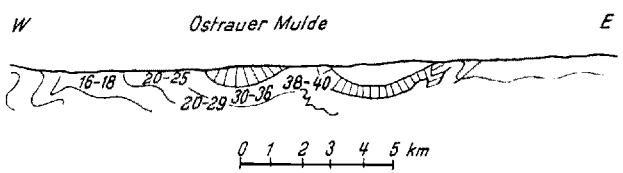


Abb. 6. Abnahme der flüchtigen Bestandteile in Richtung auf den stärker gefalteten Westrand des Oberschlesischen Beckens (nach K. PATTEISKY).

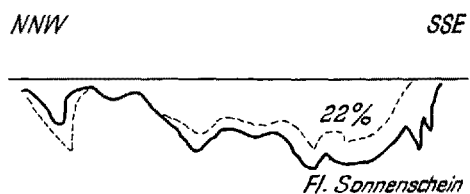


Abb. 7. Gleichartiger Verlauf von Flözfalten und Linien gleicher Menge flüchtiger Bestandteile im Ruhrgebiet als Beweis präorogener Inkohlung (nach R. und M. TEICHMÜLLER).

die ungefähr lineare Zunahme der Inkohlung, also die Abnahme der flüchtigen Bestandteile mit der Tiefe, eine Folge des Belastungsdruckes ist, so lässt sich dessen Wirkung auch zahlenmässig bestimmen. Auf 100 m Tiefe nimmt der Gehalt an flüchtigen Bestandteilen durchschnittlich um 1,4 % ab. Bei einem mittleren spezifischen Gewicht der belastenden Gesteine von 2,5 be-

deuten diese 1,4% flüchtigen Bestandteile also 250 kg/cm<sup>2</sup> Belastungsdruck, bzw. 1% Abnahme bedeutet – bei Einräumung eines gewissen zusätzlichen Temperatureinflusses – rund 20 kg/cm<sup>2</sup> Druck. Wenn nun eine plattenförmige Schichtfolge von einer Seite her durch eine aktive Kraft beansprucht wird, wie es bei der zumeist einseitigen Gebirgsfaltung der Fall ist, und die Summe der Reibungskräfte an der Unterlage dieser Kraft das Gleichgewicht hält, also die Faltung allmählich zum Ausklingen bringt, dann herrscht in dieser Schichtplatte von der Anschubseite her ein Druckgefälle. Im Oberschlesischen Steinkohlenbecken beträgt der Inkohlungsunterschied zwischen den flachen Bereichen der Ostrauer Schichten im Osten und den am meisten gefalteten Bereichen am Westrand 10–15% flüchtige Bestandteile. Übertragen wir das aus der Vertikalen gewonnene Mass: 1% = 20 kg/cm<sup>2</sup> auf die Horizontale, so kommen wir auf eine maximale tektonische Druckspannung von 200 bis 300 kg/cm<sup>2</sup>. Zu ähnlichen Werten führt eine Betrachtung der von TROTTER<sup>1</sup> dargestellten Inkohlungsunterschiede im Revier von S-Wales.

Es kann als eine Bestätigung der grundsätzlichen Richtigkeit dieser Betrachtungen angesehen werden, wenn wir erkennen, dass auch andere Gesteine in gleicher Weise Eigenschaftsänderungen mit der Tiefe und mit der Faltung zeigen: Gleichartige Untersuchungen über die Änderung der Gesteinsporosität, besonders aber über die Zunahme der Fortpflanzungsgeschwindigkeit longitudinaler seismischer Wellen einerseits mit der Tiefe, andererseits mit zunehmender Faltungsintensität, führten zu grössenordnungsmässig gleichen Werten des tektonischen Druckes (WALTHER E. PETRASCHECK<sup>2</sup>).

Anders als in Oberschlesien liegen die Verhältnisse im Ruhrkarbon. Hier haben R. und M. TEICHMÜLLER durch eine sehr sorgfältige und kritische Untersuchung gezeigt, dass am SO-Rand des Beckens, dort, wo die Faltung am stärksten ist, ein Streifen schwächerer Inkohlung liegt, der durch die geringe Überlagerungsmächtigkeit am Beckenrand zu erklären ist. Schon dies spricht für Inkohlung durch Tiefenlage und nicht durch Faltung, und zwingend wird dies bewiesen durch die Tatsache, dass im Ruhrgebiet die Linien gleichen Inkohlungsgrades fast ebenso gefaltet sind wie die Schichten selbst (Abb. 7). Das beweist, dass hier die hauptsächlichste Inkohlung tatsächlich schon vor der Faltung stattfand – und damit erklärt sich auch die oben erwähnte gerade, also schichtparallele optische Auslöschung der Ruhr-

kohlen, welche also noch in horizontaler Lagerung nur unter dem Einfluss des Belastungsdruckes ihre Reifung erfuhren.

(Eine gewisse, sehr spitzwinkelige Überschneidung von Linien gleicher Kohlenreife und Schichten geht allerdings aus TEICHMÜLLERS Profilen doch hervor und lässt die Abnahme der Inkohlung nach Norden erkennen.)

Ein erst im Anfang stehendes Arbeitsgebiet ist das Studium der Inkohlung in bezug auf die Kleintektonik, also auf Teile von Falten und Störungen. Erhöhter örtlicher Druck, aber auch Druckentlastung durch Auslösung von Bewegungen können hier mitsprechen. Besonders kritische Auswahl der Proben ist hier erforderlich.

Die obigen Darlegungen sollen zeigen, dass das Studium der Kohlen nicht nur um ihrer selbst willen interessant ist, sondern dass dieses so besonders reagible Gestein als Prüfstein für viele Fragen der allgemeinen und regionalen Tektonik herangezogen werden kann.

### Summary

The author of the paper discusses the influence of tectonic forces on coal which is clearly shown by the structure of deformed coal seams. The succession of incoaling and deformation may be concluded from microscopical investigations. Recent studies on the optical anisotropy of coals show that this phenomenon was either caused by the weight of the overburden or by tectonic stress. The devolatilization of many coals is due to these two kinds of forces and may be used to estimate the approximate folding pressure.

### Ad notam

The paper, entitled *Perfusion Studies Employing  $\alpha$ -C<sup>14</sup>-acetate to Study the Synergistic Effect of Cortisone and Insulin on Lipogenesis*, by W. WENDEL, Western Illinois State College or Galesburg State Research Hospital, which appeared in *Exper.* 10, 433 (1954), was previously published by Doctors KURT I. ALTMANN, LEON L. MILLER, and CHAUNCEY G. BLY, of the University of Rochester School of Medicine and Dentistry, Rochester, New York (*Arch. Biochem. and Biophysics* 37, 329 (1951)).

We herewith confirm that under no circumstances this action of Dr. WENDEL has been authorized by the Editorial Board of *Experientia*.

H. M.

<sup>1</sup> F. M. TROTTER, *The devolatilization of coal seams in S-Wales*, *Quant. J. Geol. Soc. London C IV*, 3 (1949).

<sup>2</sup> WALTHER E. PETRASCHECK, jun., *Die absolute Grösse des Faltungsdruckes*, C. r. 19<sup>e</sup> Int. Congr. Geol. internat. Fasc. 3, Alger (1953).