

Braunkohlen und exotische Steinkohle im Bereich der polnischen Karpaten*)

Von KAZIMIERZ MATL**)

Mit 15 Abbildungen und 4 Tabellen

*Polen
Karpaten
Neogen
Kohlenführende Sedimente
Steinkohlenexotika
Inkohlungsgrad
Petrographie*

Inhalt

Zusammenfassung	87
Abstract	87
Streszczenie	88
1. Einleitung	88
2. Allgemeine Angaben	89
3. Exotische Steinkohle	90
4. Glanzbraunkohle und Flyschablagerungen	91
5. Weichbraunkohle der Innerkarpatischen Mulden	92
5.1. Orawa – Nowy Targ-Mulde	92
5.2. Nowy Sącz-Mulde	96
5.3. Grudna Dolna-Mulde	96
6. Weichbraunkohle der Karpatenvorsenke	98
7. Abschließende Bemerkungen	98
Literatur	99

Zusammenfassung

Die behandelten Kohlen kommen im Gebiet der polnischen Karpaten sowohl in den Flyschgebieten als auch in den Neogengefüllten Innensenken im Bereich der Karpaten-Vorsenke vor. In allen Fällen sind es wirtschaftlich uninteressante Vorkommen, die aber von großer geologischer Bedeutung und zugleich sehr interessant vom genetischen Standpunkt sind.

Der Inkohlungsgrad ändert sich in Abhängigkeit von der Lokalisierung und Strukturlage der Kohle: von Weichbraunkohle mit torfähnlichem Charakter am Nordrand der Karpaten-Vorsenke über harte Mattbraunkohle im Bereich der karpatischen Aufschiebung und in den Innensenken auf dem Flysch bis zu harter Glanzbraunkohle, die „in situ“ im Magura- und Podhaleflysch auftritt.

Die Kohle kommt in Gestalt kleiner Flöze und Linsen, aber auch verstreut in Aggregaten (Anhäufungen) von allochthonem Charakter oder als Inkohlungen einzelner Pflanzenstämme vor.

Eine höchst interessante Erscheinung ist die Anwesenheit von Exotika karbonischer Steinkohle, sedimentiert als Sekundärlagerstätte in verschiedenen Einheiten der karpatischen Aufschiebung in Sedimenten (Ablagerungen) von Kreide- bis Oligozänalter. Die Größe der Exotika schwankt von verstreuten Feinkörnern bis zu großen Kohlenblöcken. Vermutlich wurden sie in der karpatischen Geosynklinale durch Suspensionsströme über große Entfernungen aus dem Kohlenrevier von Schlesien und Lublin herantransportiert.

Brown Coal and Bituminous Coal in the Polish Carpats

Abstract

The coals occur in the region of the Carpats as exotics of carboniferous bituminous coal on secondary deposit in flysch sediments, in Neogene sediment fillings of intermountain basins, in sediments of the Miocene Carpathian Foredeep.

*) Dieser Text basiert auf einem Vortrag, der am 3. Mai 1990 unter dem Titel „Braunkohlenvorkommen im Bereich der Polnischen Karpaten“ vor der Österreichischen Geologischen Gesellschaft gehalten wurde.

**) Anschrift des Verfassers: Ass.-Prof. Dr. KAZIMIERZ MATL, Dept. of Brown Coal Deposits, Institute of Fossil Fuels, University of Mining and Metallurgy, Al. Mickiewicza 30, PL-30059 Kraków, Polen

These accumulations have non-industrian character and no economical advantage is taken from them. But they are of great importance for geologic investigations especially when we consider the change of the degree of coalification in the conditions of greater dynamic pressure and no movements.

There exist all levels of humidity of brown coal starting from peat-like coal to subbituminous together with bituminous coal in the Carpats.

The lignite coal forms concentrations and small deposits near the northern edge of the Carpathian foredeep. The lignite coal and subbituminous A appear as small deposits in the intramountain basins on the flysch (Grudna Dolna, Nowy Sącz, Nowy Targ – Orawa), while the subbituminous B/C coal forms in the coarse-clastic flysch sediments.

The exotics of the bituminous coal of Westphalian A–C age form concentrations in most of Carpathian flysch sediments. They were removed by turbidity currents and in muddy suspension flows into the Carpathian geosynclinal sea from its shore or underground on the northern side.

Węgiel Brunatny i Egzotyki Węgla Kamiennego na Obszarze Polskich Karpat

Streszczenie

W tekście scharakteryzowana jest forma, charakter oraz budowa petrograficzna węgla brunatnego znajdującego się na obszarze Karpat Zewnętrznych w osadach fliszowych i w nieckach śródgórskich na fliszu, a także w Zapadlisku Przedkarpackim. We wszystkich przypadkach są to akumulacje nieprzydatne gospodarczo, ale interesujące z punktu widzenia geologicznego i genezy.

Stopień uwęglenia węgla zmienia się w zależności od jego pozycji strukturalnej od typu miękkiego węgla brunatnego przy północnym obrzeżeniu Zapadliska, poprzez węgiel brunatny twardy matowy w nieckach śródgórskich Karpat, po węgiel brunatny twardy błyszczący znajdujący się „in situ” we fliszu magurskim i podhalańskim.

Węgiel występuje albo w formie cienkich pokładów i soczewek, albo też tworzy rozproszone skupienia typu allochtonicznego lub uwęgliny fragmentów roślinnych.

Niezmiernie interesująca jest obecność egzotyków karbońskiego węgla kamiennego na wtórnym złożu w różnych jednostkach nasunięcia Karpackiego w osadach od kredy po oligocen. Wielkość egzotyków waha się od drobnego rozproszonego materiału po wielkie bloki węglowe. Przypuszczalnie były one transportowane w geosynklinie karpackiej prądami zawieszinowymi na większe odległości z obszaru Górnośląskiego Zagłębia Węglowego i rejonu lubelskiego.

1. Einleitung

Neben der Steinkohle ist die Braunkohle der zweitwichtigste energetische Rohstoff Polens. Gewonnen wird nur die Weichbraunkohle des Mittel- und Obermiozäns in einer Fördermenge von etwa 80 Mio. Tonnen/Jahr. Alle produzierenden Lagerstätten dieser Kohle befinden sich im mittleren Teil des Landes im Gebiet der Polnischen Tiefebene (Abb. 1). Sie bildet dort einen relativ homogenen bergbaulichen Rohstoff mit festen chemisch-technologischen Parametern, die für Weichbraunkohle typisch sind. Den bergwirtschaftlichen Rohstoffen aus dem Revier der Tiefebene schenkt man eine besonders große Aufmerksamkeit; ihnen gilt auch die Konzentration der geologischen, petrographischen, geochemischen Untersuchungen und der Lagerstättenforschung.

Am Rande dieser Problematik liegen die Braunkohlenvorkommen in den Karpaten und in der Karpaten-Vortiefe, obwohl – vom geologischen Standpunkt aus – es wesentlich interessantere Vorkommen sind. Sie haben aktuell fast keine wirtschaftliche Bedeutung, vor allem wegen der geringfügigen Vorräte und des geringmächtigen, instabilen und unregelmäßigen Auftretens. Daneben aber bilden sie eine kohlenpetrographisch ziemlich mannigfaltige Reihe, angefangen von der torfähnlichen Braunkohle bis zur Glanzbraunkohle.

Im Flysch befinden sich überdies detritische Steinkohlenklaster.

Es ist also ein für Kohlengeologen sehr dankbares Gebiet, das interessante petrographische und stratigra-

phische Studien und Lagerstättenforschungen ermöglicht.

Trotz der so großen Verschiedenartigkeit der in den polnischen Karpaten vorkommenden Kohlen haben diese bisher kein großes Interesse der Wissenschaft erweckt. Die Ursache dieser „Vernachlässigung“ liegt im geringen oder völlig fehlenden wirtschaftlichen Wert dieser Kohlen und zum Teil auch im Mangel an guten Aufschlüssen. Die im allgemeinen nicht zahlreichen Veröffentlichungen betreffen damit nur die früher in geringem Maßstab abgebauten Lagerstätten im Bereich der innerkarpatischen Mulden (J. FRANKIEWICZ, & M. WAGNER, 1985; K. SKOCZYLAŚÓWNA, 1930) oder die in den letzten Jahren durch Bohrungen aufgeschlossenen Gebiete (W. BAŁUK, 1970; N. OSZCYPKO, & L. STUCHLIK, 1972; J. URBANIAK, 1960; L. WATYCHA, 1976; E. WOŻNY, 1976; J. OSZAST, 1973; K. MATL & M. WAGNER, 1985).

Bis in die letzten Jahre unterschied man fast überhaupt nicht die Exotika der karbonischen Steinkohle von der schwarzen, „in situ“ gelagerten Glanzbraunkohle.

Auch die Kohle im Karpaten-Gebiet wurde beinahe nicht zum Gegenstand petrographischer, technologischer und geochemischer Analysen. Diese Forschungen wurden erst in den 80er-Jahren begonnen (u.a. J. FRANKIEWICZ, & M. WAGNER, 1980; K. MATL & M. WAGNER, 1985).

Im vorliegenden Beitrag sollen neuere Forschungsergebnisse vorgestellt werden.

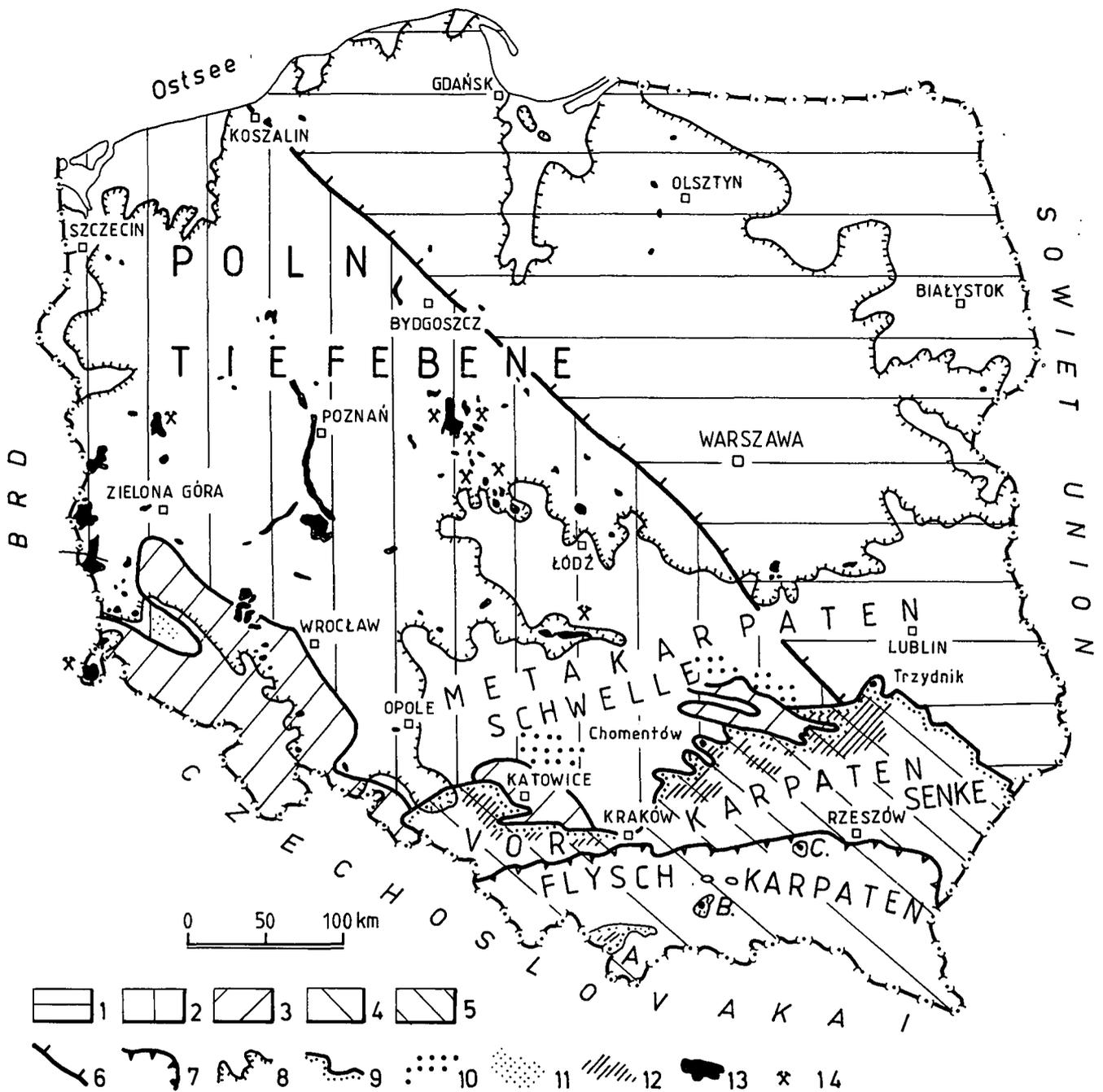


Abb. 1.
 Schematische Karte der braunkohlenführenden Sedimente in Polen.
 1 = Osteuropäische Plattform; 2 = Paläozoische Plattform; 3 = Paläozoiden; 4 = Alpiden; 5 = Neogen der Karpatenvorsenke; 6 = SW-Grenze der Osteuropäischen Plattform; 7 = Nordrand der Flyschkarpaten; 8 = Begrenzung des kohleführenden Tertiärs auf der Polnischen Tiefebene; 9 = Nördlicher Rand der Karpatenvorsenke; 10 = Kohleaufreten im Unter-Jura; 11 = Kohleaufreten in der Ober-Kreide; 12 = Kohlenführendes Neogen; 13 = Braunkohlenlagerstätte; 14 = Braunkohlentagebau.

2. Allgemeine Angaben

Im Bereich der Flyschkarpaten Polens wurden bisher folgende Arten von Kohle festgestellt:

- 1) Eine Gruppe von redeponierten Kohlen, die sogenannten Exotika karbonischer Steinkohle, die sich in sekundärer Lagerstätte in Ablagerungen verschiedener Einheiten des Karpatenflysches befinden.
- 2) Kohlenhaltige Ablagerungen und Braunkohlenlinsen in Flyschsedimenten befinden:
 - a) Glanzbraunkohle aus dem mittleren und oberen Eozän im Podhaleflysch.

- b) Glanzbraunkohle in den Maguraschichten.
- 3) Weichbraunkohle mit Übergang zur Mattbraunkohle in den innerkarpatischen Senken.
- 4) Weichbraunkohle des Karpatiens und unteren Badiens in der Karpaten-Vorsenke.

Mit Ausnahme der Steinkohlenexotika befinden sich alle übrigen Gruppen meistens „in situ“ und gehören zur Braunkohle. Sie unterscheiden sich vor allem durch den Inkohlungsgrad, durch die Genese und die Akkumulationsform. Alle diese Lagerstätten wurden nirgends und niemals industriell abgebaut, obwohl im vorigen Jahrhundert und in der ersten Hälfte dieses Jahr-

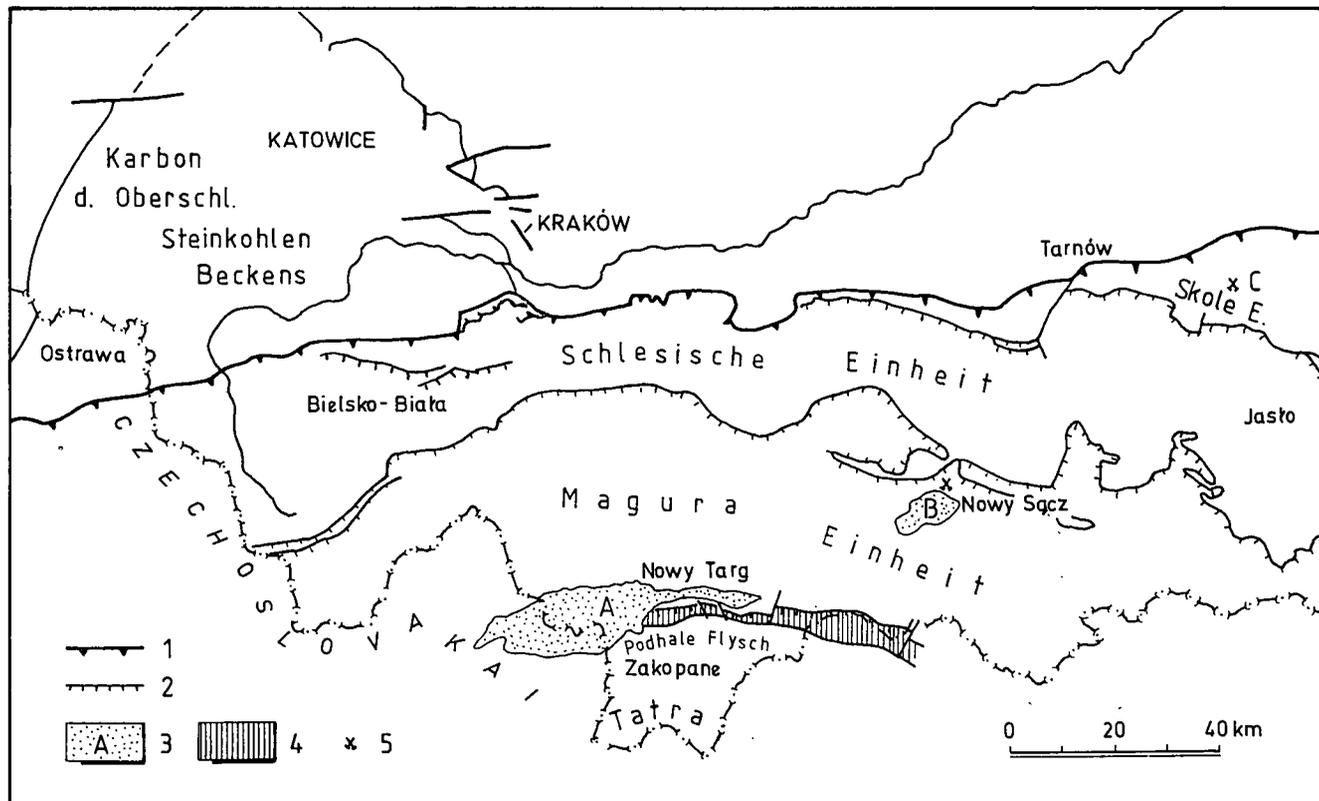


Abb. 2.
Verteilung der Kohleführenden Sedimente des Neogens in den Karpaten.
1 = Nordrand der Flyschkarpaten; 2 = Grenzen der Flyscheinheiten; 3 = Kohleführendes Neogen in den Innerkarpatischen Mulden (A = Orawa-Nowy Targ; B = Nowy Sącz, C = Grudna Dolna); 4 = Pieniny-Faltenzone; 5 = Stillgelegte Braunkohlen-Abbaugelände.

hundreds manchenorts auch Kleinlagerstätten abgebaut wurden. Sie sind hingegen vom geologischen Standpunkt aus, also im Hinblick auf interessante Genese und petrographischen Aufbau, von Bedeutung. Es zeigt sich nämlich, daß eine starke Entwicklung der Anthrakogenese in manchen geologischen Perioden Mitteleuropas eine Entsprechung ebenfalls in marinen Profilen der Flyschkarpaten gefunden hat.

Besonders wichtig ist die Unterscheidung der relativ häufig anzutreffenden Steinkohlenexotika von den Braunkohlen. Bei ungeübter Geländebeobachtung können infolge ähnlicher physikalisch-chemischer Eigenschaften Irrtümer und Fehler in der richtigen Beurteilung einzelner Kohlentypen begangen werden. Deshalb ist es wichtig, zuerst einige Sätze über die Steinkohlenexotika im Karpatenflysch voranzustellen.

3. Exotische Steinkohle

Die Flyschablagerungen der Karpaten überdecken westlich von Krakau die produktiven Sedimente des Karbons des südlichen Teils des Oberschlesischen Steinkohlenbeckens (Abb. 2). Sie wurden durch das Meer der karpatischen Geosynklinale erodiert und mit Suspensionsströmen über große Entfernungen transportiert.

Im östlichen Teil der Karpaten könnte produktives Karbon aus dem am Fluß Bug gelegenen Steinkohlenrevier und teilweise auch das tief unter den Karpaten begrabene kohlenführende Gebiet eine Quelle des klastischen Materials und damit auch der Exotikakohle sein (S. Bukowy, 1957).

In den Flyschablagerungen finden wir in Form von Lithoklasten sowohl die Steinkohle wie auch andere Karpaten-Gesteine, z.B. Kalksteine und Dolomite des Devons, Kohlenkalksteine des Unterkarbons, Kalke des Oberjura, ebenso wie Granite und Quarzite.

Die Steinkohle kommt hauptsächlich in grobklastischen Trümmergesteinen vor; es sind Konglomerate und Sandsteine sowie auch Tonsteine und sandige Tone. Meistens sind es Bruchstücke und Klumpen mit einem Durchmesser bis zu einigen zehn Millimetern, aber sporadisch auch große Brocken und daneben Pelite, die den Tongesteinen dunkle oder schwärzliche Färbung verleihen. Große Stücke können manchmal größere Aggregate bilden, was Leute mit Unternehmungssinn zur Aufnahme von Abbauen veranlaßte, wie z.B. in den Jahren 1800–1803 bei Kraków.

Die Bruchstücke und Brocken von Steinkohle werden in den ganzen polnischen Karpaten von Cieszyn im Westen bis zu Premyśl im Osten angetroffen (S. Bukowy, 1957). Die Exotika wurden auch in den slowakischen Karpaten gefunden (V. HAVLENA, 1956; J. ŠILAR, 1936). Sie kommen in den meisten Flyscheinheiten in Sedimenten von der Unterkreide bis zum Oligozän vor (K. BIRKENBAJER & E. TURNAU, 1962; E. TURNAU, 1970). Am häufigsten sind diese Bildungen im Westen in der Unterschlesischen Einheit (Schichten von Grodzisk, Bryozoa-Lithotamnium-Sandsteine aus Szydłowiec), in der Gegend südlich von Kraków (Mogilany, Świętniki, Zbydniowice), in der Gegend von Wadowice, Lanckorona und Żywiec sowie auch in der Schlesischen Einheit (Schichten von Cieszyn, Grodzisk, Godula, Lgota, Istebna, Krosno), aus den Gegenden von Bielsko, Żywiec, Lanckorona, Żegocina oder Brzesko. Beschrie-

ben wurden sie auch (K. BIRKENMAJER & E. TURNAU, 1965) aus dem Aalenien der Pieniny-Faltenzone bei Szczawnica.

In der Magura Einheit wurden bisher keine Exotika festgestellt.

Im östlichen Teil der polnischen Karpaten befinden sich besonders große Kohlenblöcke auch in der äußersten Skole-Einheit. Diese Kohle wurde in den obengenannten Einheiten der Gegenden von Dębica, Babica, Dynów sowie auch von Bircza bei Przemyśl beschrieben.

Eingehende palynologische Untersuchungen haben einen großen Altersumfang der Kohleklasten erbracht, und zwar von Westfal A bis Westfal C (E. TURNAU, 1979). Es fehlt darunter ältere, also Namurkohle. Die ältere Kohle (Unterwestfal A–Westfal B) kommt im allgemeinen in jüngeren Flyschprofilen, dagegen die jüngere Kohle (Westfal B–C) in älteren Profilen vor (Abb. 3), was Hinweise auf die Abtragungsgeschichte gibt.

Die Orientierung der Gerölle in den Konglomeraten sowie auch die Sedimentationsmarken weisen darauf hin, daß die Sedimentation der Exotikaschichten von NNW nach SSE und stellenweise von N nach S stattfand.

4. Glanzbraunkohle in Flyschablagerungen

Die Glanzbraunkohle kommt ausschließlich in den Flyschablagerungen des Mittel- und Obereozäns vor. Ihre Anwesenheit ist bisher

a) im Podhaleflysch und

b) im Maguraflysch

erkannt worden.

Im Podhaleflysch wurde die Braunkohle in den Zakopane- und Chochołów-Schichten (Obereozän) des Gubałówka-Gebirgszuges östlich von Zakopane (Kościełisko, Chochołów) gefunden. Im Maguraflysch wurden Erkundungsarbeiten bei Jordanów in Gebirgsbächen im Profil der Magura-Sandsteine (Obereozän) und der Osielec-Sandsteine (Mitteleozän) durchgeführt.

An allen Untersuchungsstellen ist Glanzbraunkohle in folgender Form angetroffen worden (Abb. 4):

- Verstreut, in geringmächtigen kohlenhaltigen Sandsteinbänken.
- In sandigen Kohlenschiefern oder in kohlenhaltigen Sandsteinen.
- Als geringmächtige Linsen.
- Als inkohlte Florafragmente, z.B. Stämme, von Palmen und deren Blätter (Abb. 4).

Die Kohle ist durch folgende physikalische Eigenschaften gekennzeichnet: schwarze Farbe, Glasglanz, muscheliger oder Würfelbruch, braunschwarzer Strich.

Die Mächtigkeit der kohlehaltigen Sandsteine und Schiefer erreicht etwa 6 bis 10 cm, die Ausdehnung der Linsen beträgt 1,5 bis 2,0 m.

Im Fall der erhalten gebliebenen Fragmente von Palmenstämmen kann die Mächtigkeit der Inkohlungsschicht bis zu 7 cm erreichen. Unter den pflanzlichen Überresten hat man bisher Fruchtstände und Fruchtstandscheiden einer neuen Gattung *Pheonix szaferei* BĄKOWSKI sowie auch deren Blätter identifiziert. Erhalten geblieben sind auch Abdrücke und verkieselte Gewebeteile.

An über einen längeren Zeitraum unbedeckten Stellen hat die Kohle eine starke Verwitterung erfahren.

In allen Fällen haben wir es mit Humuskohle zu tun.

Einen wesentlichen mikroskopischen Bestandteil bildet Kolinit, der manchmal seitlich in Telinit mit stark gelifizierten Wänden übergeht. Im Hangenden der Kohlenlinsen kommt Fusinit vor, hauptsächlich Degradofusinit, man findet auch Resinitkörner. Einen charakteristischen Bestandteil der Kohle bilden Sulfide (13,3–14,1 Vol-%), repräsentiert hauptsächlich durch Pyrit, selten durch Chalkopyrit oder Markasit.

Die chemisch-technologischen Parameter (Tabelle 1) zeigen ausgeprägte Differenzen für unverwitterte und verwitterte Kohle.

Die unverwitterte Kohle enthält geringe Mengen von Huminsäuren. Die verwitterte Kohle zeichnet sich dagegen durch hohe Ausbeute von Oxysäuren aus.

Tabelle 1. Unterschiede zwischen verwitterter und unverwitterter Glanzbraunkohle im Flysch. W_t^i = Gesamtfeuchte; V^B = flüchtige Bestandteile; A^a = Aschegehalt (Angaben in Gew.-%).

	Unverwitterte Kohle	Verwitterte Kohle
C	71 – 73 %	49,9–53,9 %
H	5,0– 5,3 %	3,4– 3,9 %
O	18,0–24,4 %	36,8–43,5 %
W_t^i	16 %	44,5–46,0 %
V^B	46 – 52 %	55,9–58,5 %
A^a	9,1– 9,6 %	24,4–28,8 %

ALTER DER FLYSCHSEDIMENTEN			ALTER DER STEINKOHLEN - KLASTEN (nach E. Turnau -1970)
P A L E O G E N	OLIGOZÄN	KROSNO SCHICHTEN (Sandsteine)	Westfal A
	EOZÄN	CIĘŻKOWICE SCHICHTEN (Sandsteine)	
	PALEOZÄN	OBERE ISTEBA SCHICHTEN (Sandsteine)	Westfal A/B
K R E I D E	OBER -	UNTERE ISTEBA SCHICHTEN (Sandsteine)	
		GODULA SANDSTEIN	
K R E I D E	UNTER -	LGOTA SCHICHTEN	Westfal B/C
		GRODZISK SANDSTEIN	

Abb. 3. Alter der Exotika karbonischer Steinkohle im Karpatenflysch.

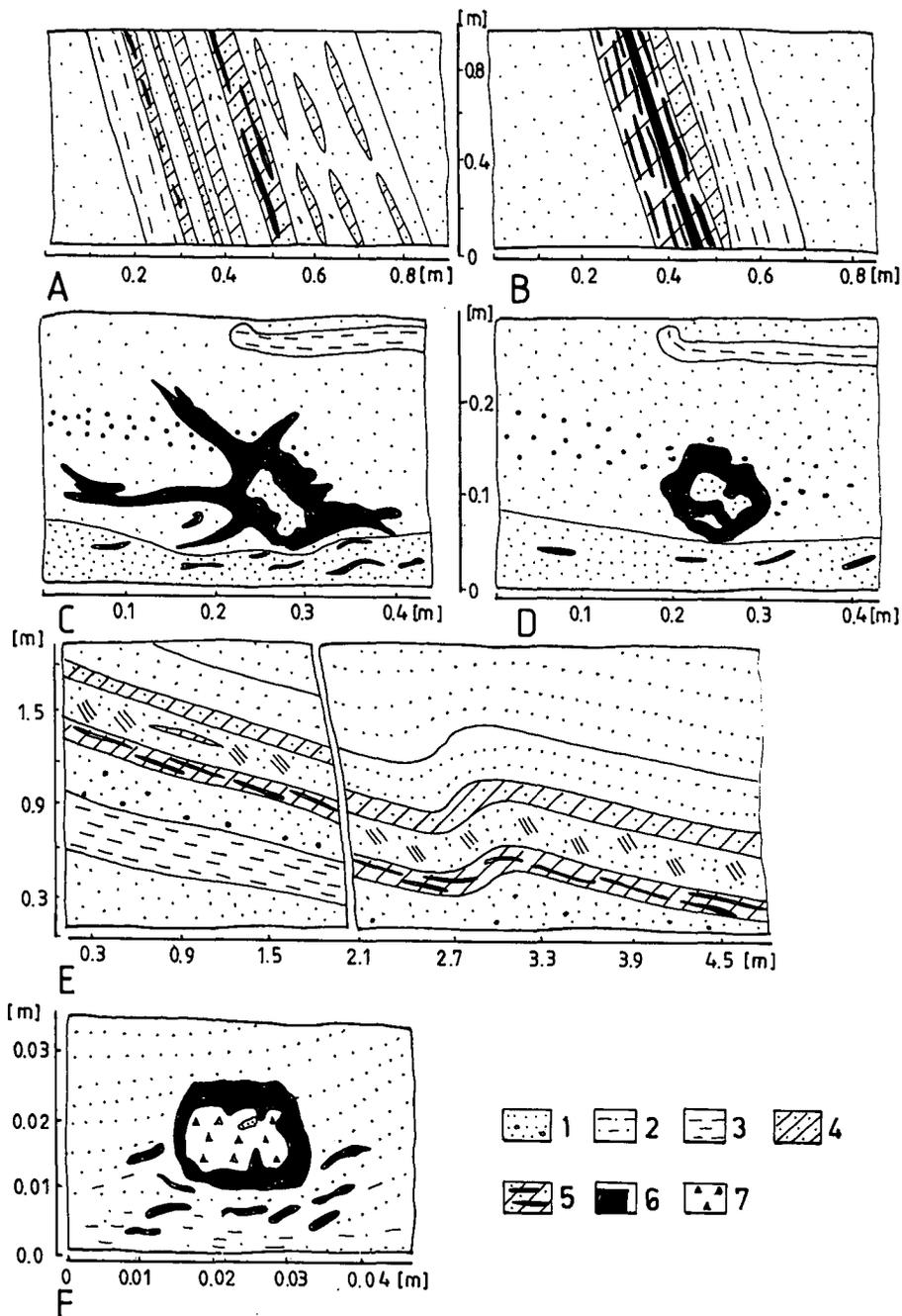


Abb. 4.
Sedimentationsformen der Glanzbraunkohle in den Flyschablagerungen nach M. WAGNER (1980).
1 = Sandstein; 2 = Schluffstein, 3 = Tonstein;
4 = Kohlsandstein; 5 = Kohlschiefer;
6 = Glanzbraunkohle; 7 = Fragmente von silifizierten Pflanzenstengeln.

Das pflanzliche Material ist vom umgebenden Festland in ein Meeresbecken transportiert worden. Die größten Fragmente (Reste) von Stämmen und Stengeln konzentrieren sich in den Ablagerungen mit größtem Korn im unteren Teil der Sedimentationszyklen, dagegen die feineren in höheren Abschnitten dieser Zyklen.

Sie gehören zu verschiedenen Horizonten des Miozäns, meistens zum Badenien und unterscheiden sich voneinander durch ihre Genese und lithologische Zusammensetzung.

5. Weichbraunkohle der innerkarpatischen Mulden

In den intermontanen Becken der Karpaten kommt harte Mattbraunkohle und Weichbraunkohle vor. Die interessantesten kohlenführenden Serien befinden sich in folgenden Muldenzonen (Abb. 2):

- Orawa – Nowy Targ-Mulde.
- Nowy Sącz-Mulde.
- Grudna Dolna-Mulde.

5.1. Orawa – Nowy Targ-Mulde

Die Orawa – Nowy Targ-Mulde, durchschnitten von der Grenze Polens und der Slowakei (Abb. 2), bildet eine in Ost-West-Richtung verlaufende Mulde (Abb. 5) zwischen der Gebirgskette der Hohen Beskiden (Maguraflysch) im Norden und der Tatra im Süden mit einer Fläche von etwa 380 km² (davon in Polen 250 km²). Sie ist mit lithologisch stark differenzierten Ablagerungen von Schwemmkegeln und Flußablagerungen mit Sequenzen von sich lokal wiederholenden Moorablagerungen und ausgedehnten Xylitanhäufungen aufgefüllt. Die Mächtigkeit der ganzen Serie überschreitet 1300 m

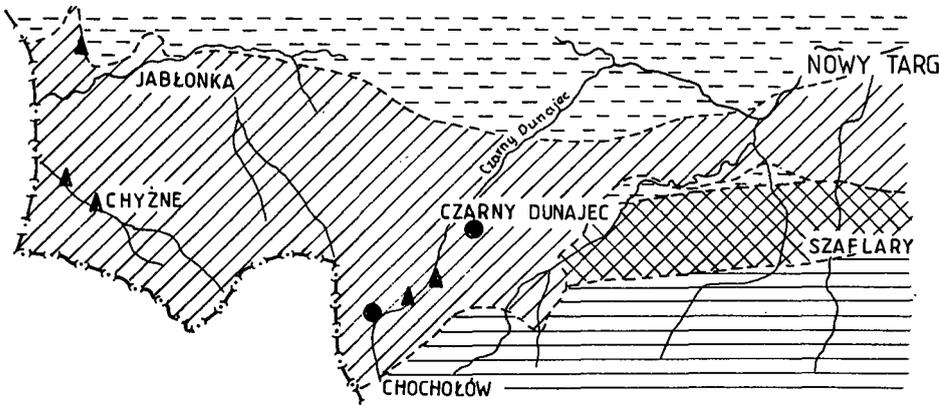


Abb. 5. Neogenablagerungen in der Orawa-Nowy Targ-Mulde.

1 = Kohleführendes Neogen; 2 = Maguraflysch; 3 = Podhaleflysch; 4 = Pieniny-Faltzone; 5 = Staatsgrenze; 6 = Natürliche Aufschlüsse; 7 = Bohrlöcher.

(L. WATYCHA, 1976) und umfaßt vermutlich das Profil vom Karpatien bis ins Sarmatien und Pontien (J. OSZAST, 1973; J. URBANIAK, 1960). Die Stratigraphie des Profils basiert nur auf Süßwasserfauna (E. WOŻNY,

1976), lithologischen und sedimentpetrographischen Merkmalen der Ablagerungen.

Die Kohlelinsen und Kohleakkumulationen wurden in allen Horizonten des Miozäns und Pliozäns festgestellt.

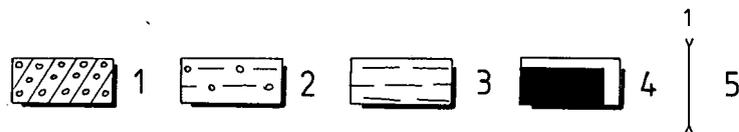
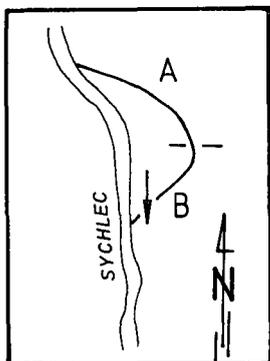
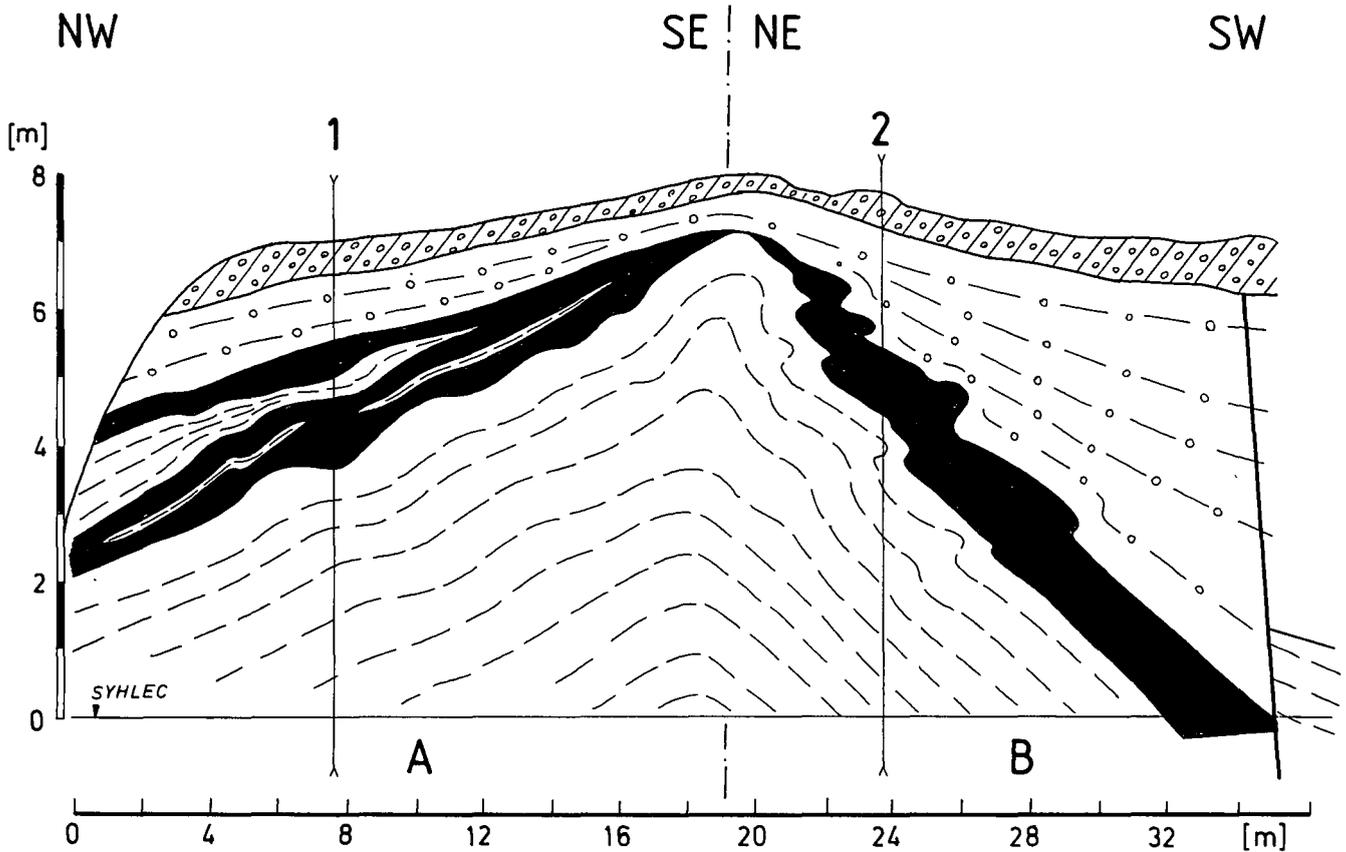


Abb. 6. Aufschluß der kohleführenden Sedimente des Unter-Badeniens (Orawa-Schichten) am Ufer des Baches Syhlelec in Lipnica Mała in der Orawa-Nowy Targ-Mulde (Profile 1 und 2 der Abb. 8).

1 = Quartärlehm; 2 = Tonhaltige Quartärkiese; 3 = Tone; 4 = Braunkohle.

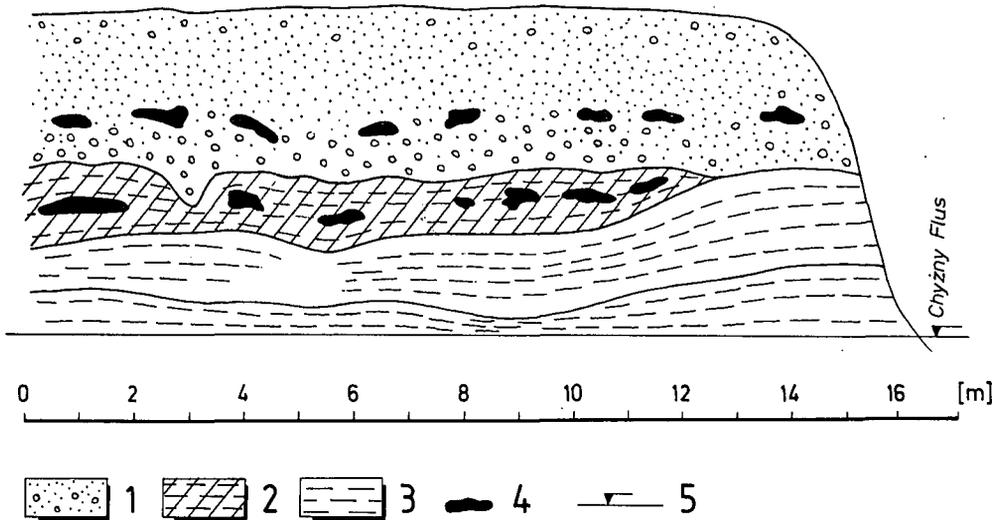


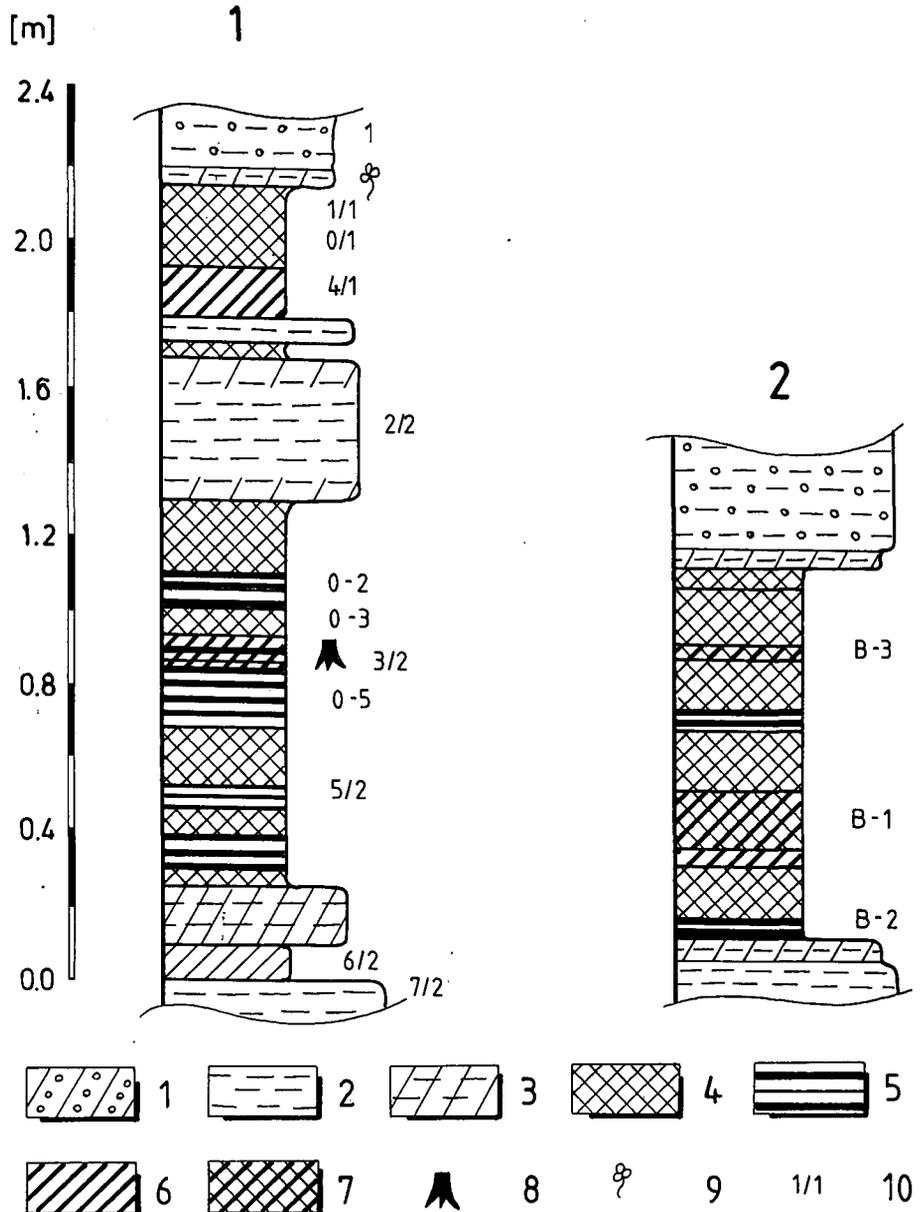
Abb. 7.
Skizze des Aufschlusses von kohle-
führenden Sedimenten des Ober-
Badenien bei Chyżne im Bachufer
in der Orawa-Nowy Targ-Mulde.
1 = Sande mit Kies; 2 = Kohlentone;
3 = Tone; 4 = Braunkohle (vorwie-
gend Xylithe); 5 = Wasserniveau.

Die Braunkohle bildet örtliche Anhäufungen von au-
tochthonem Charakter (z.B. Abb. 6). Zahlreich ist auch
das allochthone Material repräsentiert (z.B. Abb. 7). Es
nimmt die Form von unregelmäßigen veränderlichen bis

zu 2,0 m mächtigen Kohlenflözen und Kohlenlinsen so-
wie auch kohlenhaltigen Tongesteinen und allochthon-
en Xylitanhäufungen an. Die Kohlenakkumulationen
wurden auch in einigen Bohrungen (Czarny Dunajec 1,

Abb. 8.
Profil des Braukohlenflözes von Lipnica Ma-
ła (siehe Abb. 6).

1 = Tonhaltige Kiese; 2 = Tone; 3 = Kohlentone;
4 = Detritische Kohle; 5 = Xylithische Kohle;
6 = Liptobolithisch-Detritische Kohle;
7 = Xylithisch-Detritische Kohle; 8 = Stehende
Stuben; 9 = Pflanzliche Abdrücke und inkohl-
te Reste.



Koniówka 1) festgestellt (L. WATYCHA, 1976). Sie sind auch auf Ausstrichen längs des nördlichen und südwestlichen Beckenrandes aufgeschlossen.

In der petrographischen Zusammensetzung (Abb. 8) dominiert Humuskohle, vorwiegend der Lithotyp von Detrituskohle, stark gelifiziert, mit schwarzbrauner Farbe, Mattglanz und ungleichem, fransigem oder körnig-muscheligem Bruch. Er enthält eine Beimengung von stark gelifizierten Xyliten. Das Hauptmaterial bildet der gelifizierte, in Desinit übergehende Atrinit, in dessen Bereich sich deutlich Zonen von Levigelinit, Telogelinit und Detrogelinit bemerkbar machen. In der Detritkohle kommen überdies Cutinit, Resinit, Sporinit, Makrinit und Sklerotinit vor.

An zweiter Stelle befindet sich der liptobiolith-detritische Lithotyp (8–25 %) mit ausgeprägter Anwesenheit des Cutinit (12–21 %), der die megaskopischen Merkmale der Kohle prägt und dabei die 5–20 cm mächtigen Linsen und Schichten bildet (Abb. 8). Er hat eine Feinschichtung und blättrige Teilbarkeit (große Anhäufung von inkohlten Blättern und Nadeln von Nadelbäumen). Diese Kohle ist stark gelifiziert, hat schwarze Farbe, Mattglanz, ungleichmässigen blättrigen Bruch und ist leicht. Cutinit kommt in Form von Dünnschichten abwechselnd mit Detrituskohle vor. Charakteristisch sind Gelinitpseudomorphosen nach Cutinit und Sporinit, was als eine Erscheinung des reduzierenden Mediums der Sedimentation betrachtet werden kann.

Häufig tritt auch Xylitkohle (5–25 %) und Xylit-Detrituskohle (5–20 %) auf. Die Xylite kommen vor als stark gelifizierte große Spalthölzer von einer Dicke bis 15 und einer Länge von einigen zehn Zentimetern, mit

Tabelle 2.
Chemisch-technologische Eigenschaften von Kohlen aus der Orawa-Nowy Targ-Mulde.
 W_t^1 = Gesamtfeuchte; V^B = flüchtige Bestandteile (Angaben in Gew.-%).

	Weichbraunkohle ^{*)}	Mattbraunkohle
W_t^1	34 – 38 %	31,2–34 %
V^B	55 – 66 %	51,7–53,5 %
C-Gehalt	69 %	69,1–70,6 %
Verbrennungswärme	25 MJ/kg	25,0–26,5 MJ/kg
Gelinit – R ⁰	0,40 %	0,45 %
Euulminit B – R ⁰	0,34–0,35 %	0,39–0,42 %

^{*)} Es fehlen Exudatinit und Makrinit.

schwarzer Farbe, weniger gelifiziert mit dunkelbrauner Farbe, spröde, stehende Stämme mit brauner Farbe. Gelifizierte Xylite bestehen aus Ulminit, zum Teil aus Textoulnit, wenig gelifizierte aus Textinit (Sommerjahresringe) und Ulminit (Frühlingsjahresringe), wie auch aus Flobafinit, Resinit, manchmal Sklerotinit.

Die Kohle aus der Orawa-Nowy Targ-Mulde hat Merkmale der Weichbraunkohle sowie auch in manchen aufgeschlossenen Teilen Merkmale der Mattbraunkohle (Tab. 2).

Die Mattbraunkohle kommt im unteren Teil (Unter-Badenien) des Profils vor, in höheren Teilen dagegen (Ober-Badenien und Sarmatien) Kohle aus dem Grenzbereich von Weich- und Mattbraunkohle, die aber wegen ihrer überwiegenden Merkmale zur Weichbraunkohle gerechnet wurde.

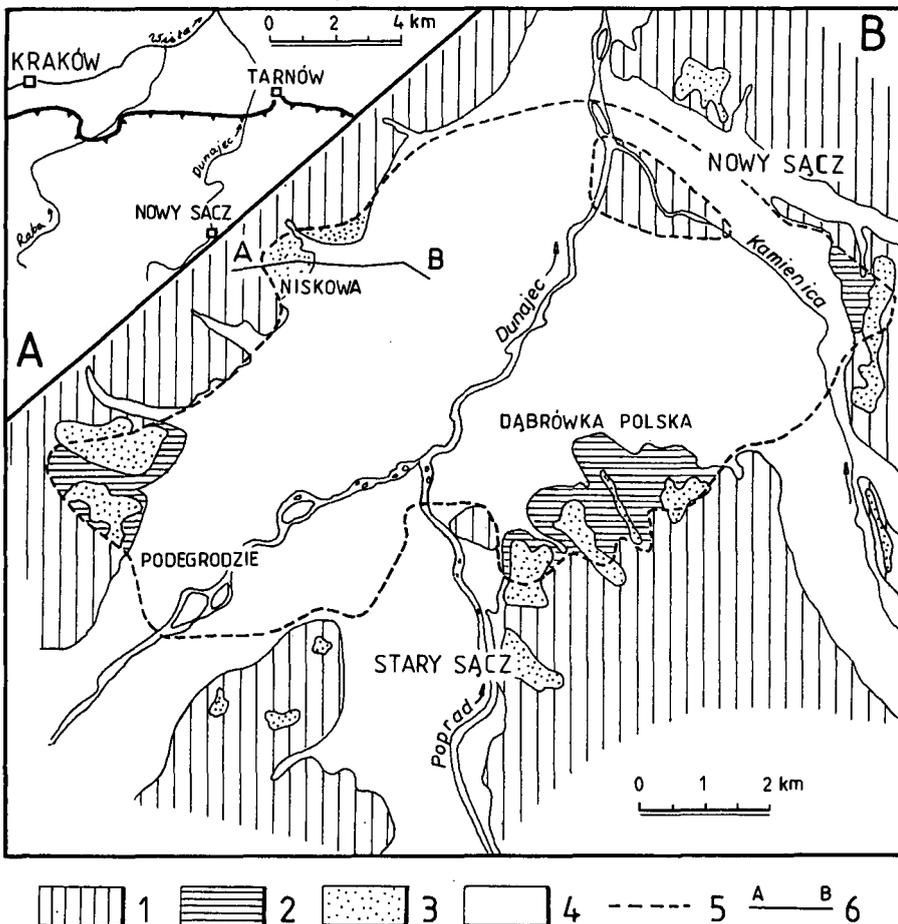


Abb. 9.
Verteilung des Neogens in der Nowy Sącz-Mulde nach OSZCZYPKO, N. & STUCHLIK, L. (1972).
1 = Karpatenflysch; 2 = Ausgehendes der Ablagerungen des limnischen Neogens (Süßwassersedimente); 3 = Ausgehendes der marinen und brackischen Ablagerungen des Neogens; 4 = Quartärdecke; 5 = Grenze des Kohleführenden Badeniens; 6 = Querschnitt A–B (Abb. 10).

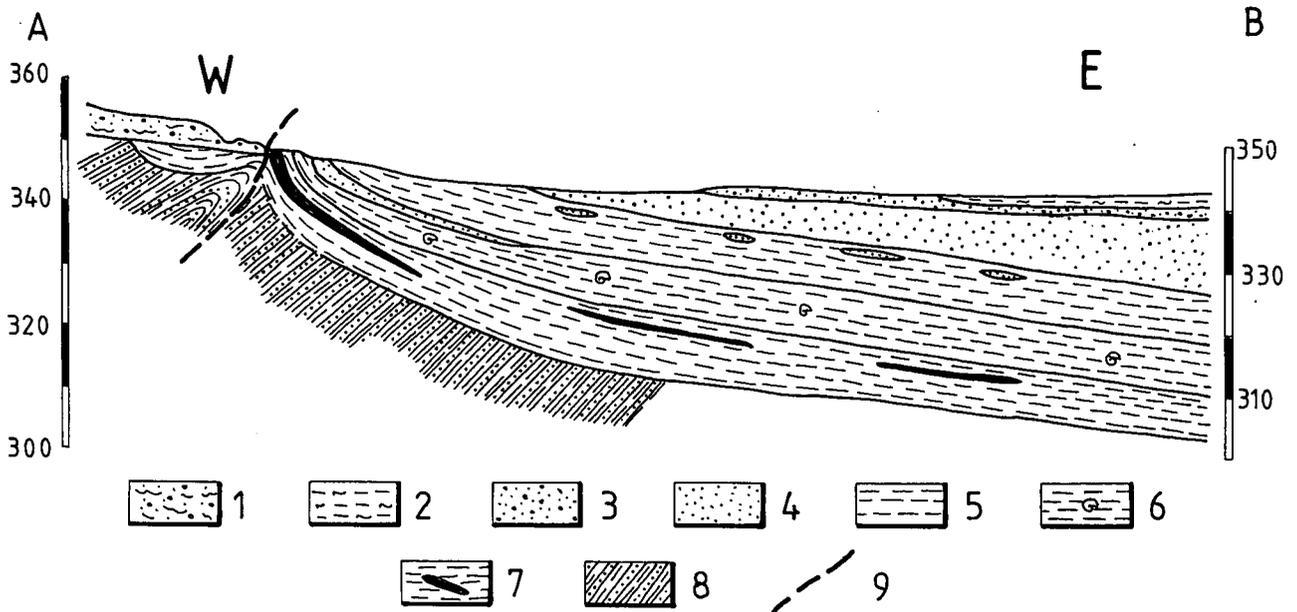


Abb. 10. Querschnitt A-B durch Ausgehendes der Badenienablagerungen in der Gegend von Niskowa (Nowy Sącz-Mulde). Quartär: 1 = Rutschungswülste; 2 = Tone. Badenien: 3 = Kies und Sand, 4 = Feinkörnige Sande; 5 = Versandete Tone; 6 = Tone mit Fauna; 7 = Tone mit Braunkohlenlinsen; 8 = Maguraflysch; 9 = Dislokationen.

5.2. Nowy Sącz-Mulde

Das Becken ist etwa 70 km ENE der Orawa – Nowy Targ-Mulde gelegen (Abb. 2). Es bildet eine geschlossene Bergmulde (Abb. 9) mit einer Fläche von etwa 70 km², aufgefüllt mit kohlenführenden und auf Flyschuntergrund (Vormagura- und Maguraflysch) liegenden Ablagerungen. In diesem Gebiet wurde seit 1870 an einigen Stellen (Niskowa, Podegrodzie, Biegonice) am Rand des Tertiärausgehenden (Abb. 10) Braunkohlen für den örtlichen Bedarf gewonnen (SKOCZYLAŚÓWNA, 1930). Die letzten Abbaue wurden in den Jahren 1942–1943 geschlossen.

Die Kohle von Niskowa kennzeichnen folgende Parameter:

C _{daf}	66,7–70,0 %
H _{daf}	5,7 %
S _{daf}	3,0 %
Flüchtige Bestandteile	51,8 %
Verbrennungswärme	23,5–25,0 MJ/kg
R ^o	0,35 %

Diese Kohle ist aus allen Mazeralkgruppen in folgenden Verhältnissen aufgebaut: 60,8 % Huminit, 11,0 % Liptinit, 9,0 % Inertinit und 19,2 % mineralische Bestandteile.

Im Zentrum der Mulde wurde das 530 m mächtige Miozänprofil durch die Bohrung Bohrloch Nowy Sącz 1 aufgeschlossen, wobei 400 m davon die kohlenführenden Sedimente mit Braunkohlenflözen in Teufen von 43,5 m bis 316,0 m und Mächtigkeiten von 1,0 m bis 2,1 m bilden (N. OSZCZYPKO & L. STUCLIK, 1972).

Das Profil des nördlichen Teils der Nowy Sącz-Mulde hat vermutlich die Ablagerungen eines Lagunenbeckens, abgetrennt vom übrigen Teil des Beckens, aufgeschlossen. Es ist im nördlichen Teil der Mulde mit marinen Sedimenten und reicher Mikro- und Makrofauna aufgefüllt, wobei diese Fauna einen Übergang von der Litoralzone (z.B. von submarinen Rücken) in eine Zone der tieferen Rinnen zeigt. In diesem nördlichen Teil der Mulde (Abb. 10) befinden sich bei Niskowa kohlenfüh-

rende Ablagerungen mit marinen Sedimenten überdeckt (W. BALUK, 1970).

Im Nowy Sącz-Becken haben sich fragmentarisch und isoliert die Überreste eines marinen Beckens von Mittel- und Oberbadenien erhalten, das von N auf die sich aufchiebenden Flysche der Karpaten versetzt wurde. Eine Entwicklung von Mooragebungen ist der marinen Sedimentation vorangegangen.

5.3. Grudna Dolna-Mulde

Die der Reihe nach dritte und kleinste Mulde mit kohlenführenden tertiären Ablagerungen befindet sich etwa 60 km in NE-Richtung von Nowy Sącz am Rande

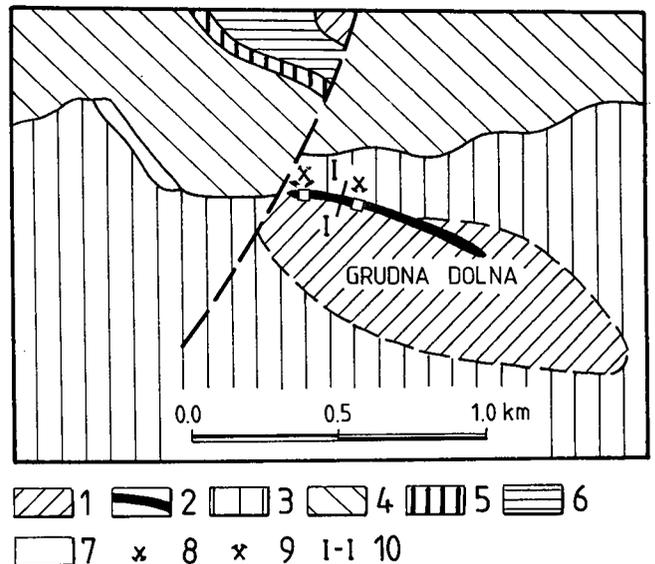


Abb. 11. Neogenablagerungen in der Grudna Dolna-Mulde. Miozän: 1 = Tone; 2 = Ausgehendes des Braunkohlenflözes. Karpatenflysch: 4 = Krosno-Schichten; 4 = Menilitenschichten; 5 = Hornsteine; 6 = Hieroglyphenschichten; 7 = Bunte Tone; 8 = Stillgelegte Kohlengruben; 9 = Querschnitt.

der karpatischen Aufschubung (Abb. 1,2). Ähnlich wie in der Nowy Sącz-Mulde lagern die Tertiärsedimente auf Flysch (in diesem Falle auf Krosno-Schichten von Oligozän) und bilden nur eine kleine vereinzelt Enklave mit einer Fläche von 3,6 km² (Abb. 11). Auch hier wurde von 1871 bis 1956 (mit Unterbrechungen) Untertagebau von Braunkohle für örtlichen Bedarf betrieben (J. FRANKIEWICZ & M. WAGNER, 1985).

Die Grubenarbeiten setzten auf dem Ausgehenden an, also an der Stelle, wo das Kohleflöz eine vertikale Lagerung bis zu 30 m Teufe annimmt (Abb. 11,12).

Das sich schnell gegen Süden versenkende Flöz ist mit marinen Ablagerungen des Badeniens mit reicher Mikro- und Makrofauna überdeckt. Das Zeitalter der kohlenführenden Ablagerungen schätzt man auf Unterbaden. Die Flözmächtigkeit schwankt von 0,5 bis 3,0 m, ist zweibankig mit Tonmergelzwischenmitteln, unten mit Süßwasserfauna. Die Muscheln der Fauna finden sich auch in der umgebenden Kohle (Abb. 13).

Höchst interessant ist auch der petrographische Aufbau der Kohle, die auf dem Ausgehenden außerdem stark verwittert ist und dann braun-schwarze Farbe hat.

Die unverwitterte Kohle hat schwarze Farbe, braunen Strich, deutliche Dünnschichtung, Halbglanz, unregelmäßigen Bruch, wenig deutliche Teilbarkeit. Sie ist aus Dünnschichten der halbgänzenden Humuskohle aufgebaut, die eine Grundmasse für relativ zahlreiche Dünnschichten und Linsen der dem Vitrin ähnlichen Glanzkohle bildet. Es ist die Humuskohle, deren Hauptbestandteil die Mazerale der Huminitgruppe sind (67,3–87,2 Vol.-%); relativ zahlreich sind die Mazerale der Liptinitgruppe (6 %–15,9 %) und – untergeordnet – die Mazerale der Intertinitgruppe (0,6 %–4,7 %).

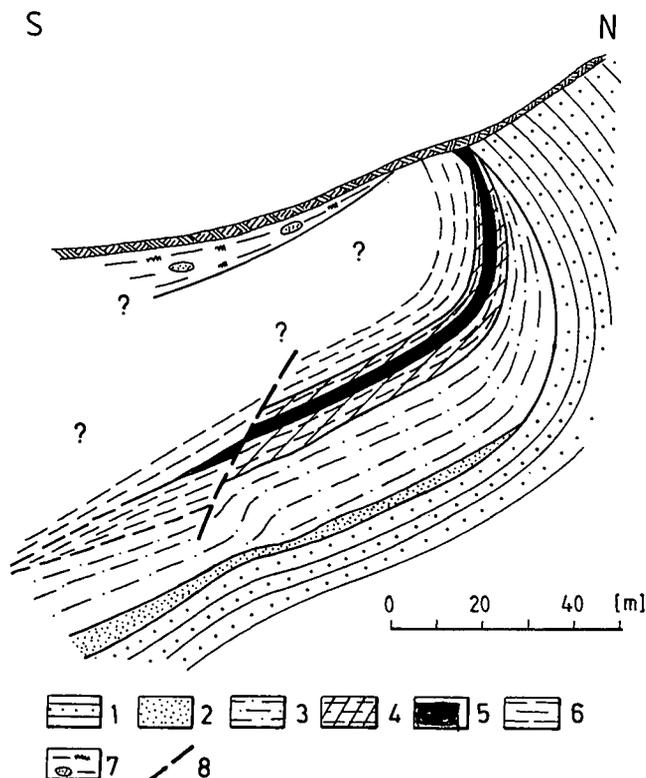


Abb. 12. Querschnitt durch die Braunkohlenlagerstätte Grudna-Dolna. 1 = Karpätenflysch. Baden; 2 = Sande; 3 = Versandete Tone; 4 = Kohlentone; 5 = Braunkohle; 6 = Tone; 7 = Quartärlagerungen; 8 = Verwerfung.

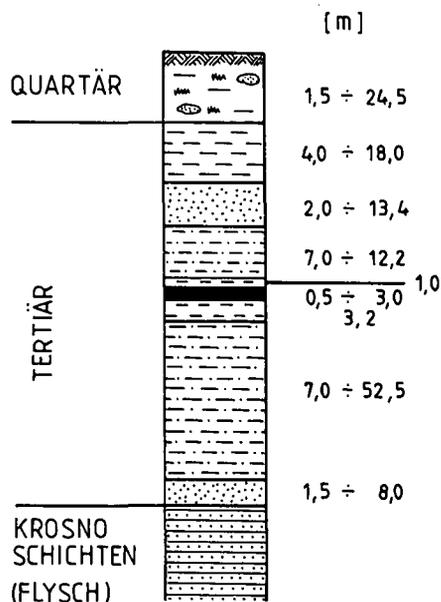


Abb. 13. Synthetisches Profil der Braunkohlenlagerstätte Grudna Dolna. Bezeichnungen wie in Abb. 12.

Die Mazerale der Huminit-Gruppe sind hauptsächlich repräsentiert durch Densinit und Ulminit, in geringerer Menge Gelinit, untergeordnet Textinit und Korpohuminit, vorwiegend Flobafinit.

Die Liptinitgruppe bilden am häufigsten Cutinit (dünne, einseitig gezähnte Bänder), dann Sporinit, Bitumininit, also Umwandlungsprodukte von Algininit, Resinit (starke Fluoreszenz).

Die Intertinitgruppe bilden Fusinit und Semifusinit in den Fusinit-Gelinit-Verwachsungen.

Die Kohle weist ein Reflexionsvermögen auf der Oberfläche der Mazerale der Untergruppe des Korpohuminit von $R^0 = 0,37\%$ (0,27–0,43 %) auf.

Die Kohle der Grudna Dolna-Mulde hat eine weitgehende Umwandlung der physikalisch-chemischen Struktur erfahren und zwar in Form starker Gelifizierung mit Merkmalen der strukturellen Inkohlung (Gelifizierung unter dem Einfluß hohen Drucks) – typisch für tektonisch durchbewegte Braunkohlenarten. Ist dieser Prozeß schnell, dann behält die Kohle viele für Weichbraunkohle typische Merkmale. Lithologisch ist diese Kohle dem Steinkohlenklarinit ähnlich, dagegen ähnelt sie petrographisch der Xylit-Atritikohle. Das mittlere Re-

Tabelle 3. Chemisch-technologische Eigenschaften der Kohle von Grudna Dolna. W_t^r = Gesamtfeuchte; V^B = flüchtige Bestandteile; A^a = Aschegehalt (Angaben in Gew.-%).

	Unverwitterte Kohle	Verwitterte Kohle
W_t^r	20,3 – 23,9 %	40,2 %
V^B	46,4 – 48,7 %	54,4 %
A^a	13,7 – 29,2 %	24,3 %
Verbrennungswärme	15549–20988 kJ/kg	
Heizwert	11042–14297 kJ/kg	6178 kJ/kg
C	69,3 – 73,7 %	
H	5,1 – 6,9 %	
S	3,12– 4,58 %	
Humussäuren	3,1 – 4,8 %	

flexionsvermögen ist ebenfalls relativ niedrig ($R^0_m =$ etwa 0,37 %).

Es ist eine Mattbraunkohlenabart, aber nicht ganz typisch entwickelt.

6. Weichbraunkohle der Karpatenvorsenke

Die Kohlen von niedrigstem Inkohlungsgrad befinden sich in der vorkarpatischen Senke und sind im Westen ins Karpaten, dagegen im Zentrum und im Osten ins Unterbadeni zu stellen. Die kohlenführende Zone ist hauptsächlich längs des nördlichen Randes der Senke erhalten, z.B. auf dem Vorgelände des Heiligenkreuzgebirges (Abb. 1) und auf der Lublin-Hochebene. Wir finden hier eine Reihe von örtlichen Akkumulationen und kleinen Lagerstätten wie Korytnica, Chomentów, Suliszów, Trzydnik (Abb. 14), die eine Weichbraunkohle

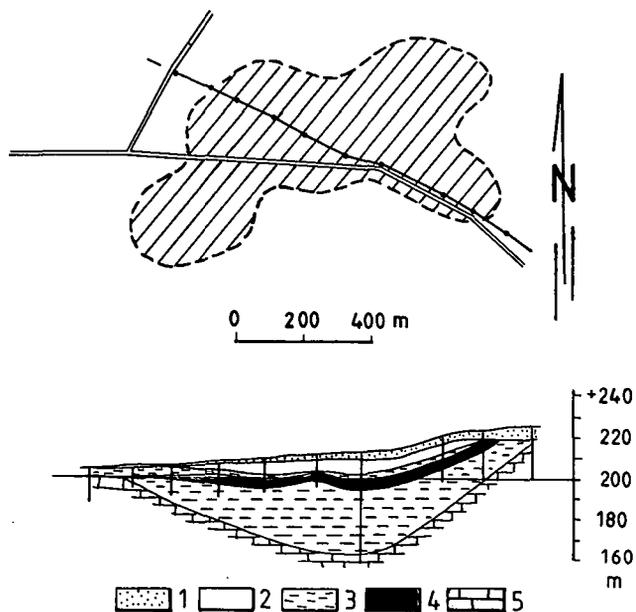


Abb. 14. Querschnitt durch die Braunkohlenlagerstätte Trzydnik im NE-Teil der Karpatenvorsenke.

1 = Quartär, Badenien; 2 = Meeresablagerungen; 3 = limnische Ablagerungen; 4 = Braunkohle; 5 = Kreide.

mit niedrigem Inkohlungsgrad enthalten. Die chemisch-technologischen Parameter der Kohle von Trzydnik und Chomentów stellt Tabelle 4 dar.

Tabelle 4. Chemisch-technologische Eigenschaften von Kohlen aus den Lagerstätten Chomentów (am Südrand des Heiligenkreuzgebirges) und Trzydnik (auf der Lublin-Hochebene). Angaben in Gew.-%.

	Chomentów	Trzydnik
C	61,3–64,0 %	61,7 %
H	5,0 %	5,1 %
S _t	1,5 %	2,0 %
V	60,3 %	62,1 %
Q _S MJ/kg	25,9–26,7	22,1
R ⁰	0,2	0,2

Die Kohle der beiden Lagerstätten wird in ihrem petrographischen Aufbau von den Mazeralien der Huminitgruppe (73,3–78,5 %), Liptinitgruppe (0,8–4,0 %) und Intertinitgruppe (2,1–6,0 %) gebildet. In „Trzydnik“ kommt auch in manchen Flözpartien eine torfähnliche Kohle vor.

7. Abschließende Bemerkungen

In der oben vorgestellten kurzen Übersicht betreffend das Vorkommen, den petrographischen Aufbau und die Eigenschaften von Kohle auf dem Gebiet der polnischen Karpaten unter Zugrundelegung von Forschungsergebnissen der letzten Jahre wurde ein Bild von deren großer Variationsbreite sichtbar, wobei diese von Sedimentationsbedingungen und vom Einfluß epigenetischer Faktoren abhängig ist.

Das Vorhandensein von Braunkohle in den Karpaten wurde mit wenigen Ausnahmen von Karpaten-Geologen fast überhaupt nicht wahrgenommen. Vor allem interessierten sich dafür unternehmerische Gemüter mit der Absicht, diese Kohle wirtschaftlich zu nützen, angepaßt der Größe der Vorräte und dem Maßstab der Akkumulation, also in der Regel zum Lokalgebrauch, und zusätzlich in schweren Zeiten, z.B. in den Kriegsjahren 1914–1918 und 1939–1944.

Solcher jeweiliger Abbau wurde in den Innensenken geführt, z.B. in der Nowy Sącz-Mulde und in der Grudna Dolna-Mulde oder auf dem Gebiet der Karpaten-Vortiefe, z.B. bei Trzydnik und Chomentów.

Die Kohlenakkumulationen in den Karpaten erwecken dagegen lebhaftes Interesse der Kohlengeologen. Eine große Menge von Kohlenarten von der torfähnlichen Braunkohle bis zur Glanzbraunkohle und sogar zur Steinkohle erlaubt es, deren Umwandlung unter verschiedenen Struktur- und Sedimentationsbedingungen zu verfolgen.

Die am wenigsten inkohlte Braunkohle befindet sich am Nordrand der vorkarpatischen Senke, in Gebieten, die vom direkten Einfluß der für die Flyschkarpaten charakteristischen Faktoren weit entfernt sind. Im Bereich der Karpaten, besonders aber in den Innensenken mit großer Mächtigkeit der Neogensedimente, jedoch ruhig gelagert, dominiert Weichbraunkohle mit einer Tendenz zum Übergang in Mattbraunkohle in größeren Teufen (Nowy Sącz-Mulde und Orawa – Nowy Targ-Mulde). In den tektonisch gestörten kohlenführenden Serien (Grudna Dolna) kommt Mattbraunkohle vor, mit weit fortgeschrittenen chemisch-technologischen Eigenschaften im Verhältnis zum gewonnenen Inkohlungsgrad (strukturelle Inkohlung). Ähnliche Erscheinungen hat man auch im Fall der Glanzbraunkohle beobachtet, die sich „in situ“ in den Flyschablagerungen (Magura- und Podhaleflysch) befindet. Petrographische Bestandteile der Kohle entsprechen hinsichtlich des Umwandlungsgrades keineswegs der chemisch-technologischen Qualität.

Im Diagramm der Abhängigkeit des Reflexionsvermögensfaktors der karpatischen Kohlen vom Feuchtigkeitsgehalt der Kohle (Abb. 15) veranschaulichen zwei zueinander verschobene parallele Geraden die Abhängigkeiten für die in der ungestörten kohlenführenden Serie befindlichen Kohle und für die tektonisch beteiligte Kohle. Der Abstand beider Geraden ist ein Maß der strukturellen Umwandlungen der Kohle, die der

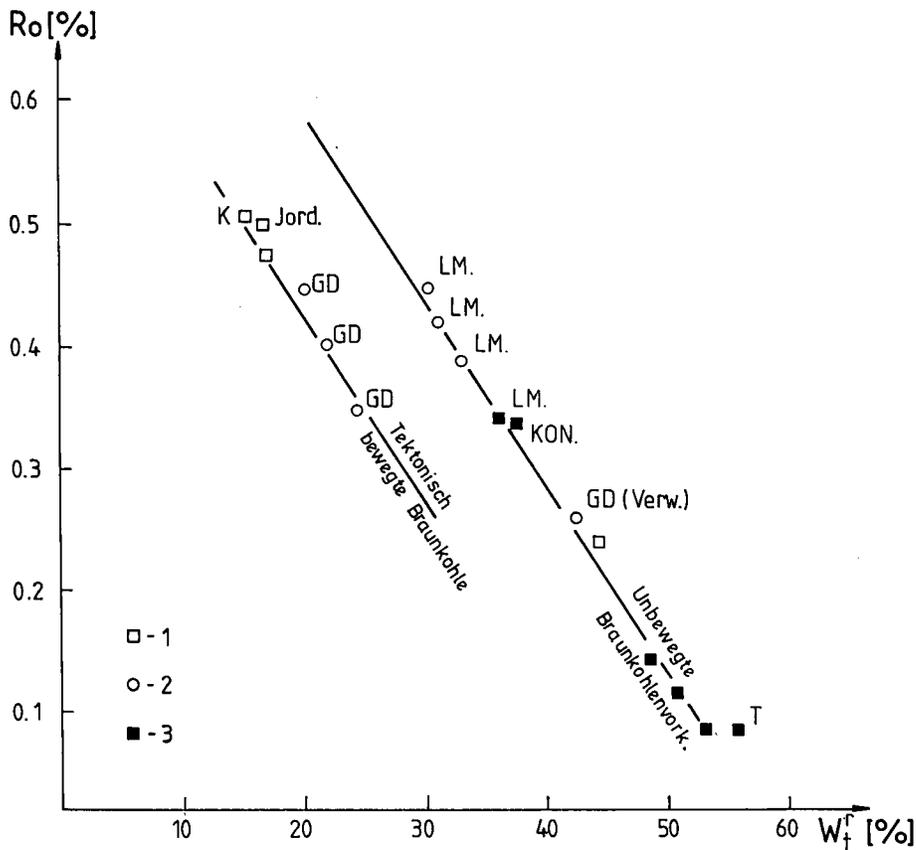


Abb. 15.
Abhängigkeit des optischen Reflexionsvermögens des Huminites (R_o) vom Rohkohlenwassergehalt der Braunkohle im Karpatenbereich.
Tektonisch gestörte Kohle: 1 = Glanzbraunkohle (Jord. = Maguraflysch bei Jordanów; K = Podhaleflysch bei Kościelisko); 2 = Mattbraunkohle (GD = Grudna Dolna Innerkarpatische Mulde).
Tektonisch ungestörte Kohle: 2 = Mattbraunkohle (LM = Lipnica Mała in Orawa-Nowy Targ Mulde); 3 = Weichbraunkohle (LM = Lipnica Mała in Orawa-Nowy Targ-Mulde; T = Trzydnik im NE-Teil der Karpatenvorsenke).

schnellen Änderung der chemischen und strukturellen Eigenschaften nicht nachfolgen, wobei diese Änderung unter dem Einfluß eines Zusatzdrucks im Prozeß dynamischer Umwandlungen im Gebirge eintritt.

Studien über die Kohle in den Karpaten sind von besonders großer Wichtigkeit für die Erforschung der Umwandlungsprozesse und des Einflusses verschiedener Faktoren auf den Inkohlungsgrad der Kohle. Sie sind auch nicht nur für die Kohlengeologie, sondern auch für Fachleute aus anderen Gebieten der Erdwissenschaften von Interesse.

Literatur

BAŁUK, W.: The Lower Tortonian at Niskowa near Nowy Sącz, Polish Carpathians. – Acta Geol. Polonica, Vol. XX, fasc. 1, 3 Abb., 6 Tab., 14 Plan., (Poln. mit engl. Zusammenf.), Warszawa 1970.

BIRKENMAJER, K.: Geological Investigations of Podhale Neogene, Central Carpathians. – Bull. Inst. Geol. Pol., Vol. 86, Warszawa 1954.

BIREKNMAJER, K. & TURNAU, E.: Carboniferous Microspores as Secondary Deposit in the Aalenian Flysch of the Pieniny Klippen Belt (Carpathians). – Bull. Acad. Pol. Sci., Série Géol. et Géogr., Vol. X, Nr. 2, 1 Tab., Varsovie 1962.

BUKOWY, S.: Coal in the Border Carpathians. – Przegl. Geol., No. 12, (Poln. mit engl. Zusammenf.) Warszawa 1957.

FRANKIEWICZ, J. K. & WAGNER, M.: Characteristics of the Coal and Possibilities of Its Utilization in Brown Coal Deposit in Grudna Dolna. – Geologia, Vol. 11, Fasc. 1, 67–88, 6 Abb., 2 Tab. (Poln. m. engl. Zusammenf.), Kraków 1985.

HAVLENA, V.: Plant Spores of the Carboniferous Cannel Coal Pebbles from the Carpathian Cretaceous. – Časopis pro Min. a Geol., Vol. 1, 344 (Tschech. m. engl. Zusammenf.), Praha 1956.

LANCUCKA-ŚRODONIOWA, M.: Palaeobotanical Investigations on the Miocene of Southern Poland. – Ann. Soc. Geol. de Pologne, Vol. XXXIII, Fasc. 2, 1 Abb., 4 Tab., (Poln. m. engl. Zusammenf.), Kraków 1963.

MATL, K. & WAGNER, M.: Occurrence and Petrological Characteristics of Brown-Coal from the Polish Part of the Paratethys. – Abstr. VIIIth Congr. Reg. Comm. on Medit. Neog. Stratigraphy 1985, 363–366, 2 Tab., Budapest 1985.

MATL, K. & WAGNER, M.: The Occurrence of Tuffaceous Horizons in the Tertiary of Polish Lowland and the Carpathian Foredeep. – Ann. Inst. Geol. Publ. Hung., Vol. LXX, 4 Abb., 1 Tab., 229–335, Proc. of the VIIIth RCMNS Congr., Budapest 1987.

NEY, R., BURZEWSKI, W., BACHLEDA, T., GÓRECKI, W., JAKÓBCZAK, K. & ŚLUPCZYŃSKI, K.: Outline of Paleogeography and Evolution of Lithology and Facies of Miocene Layers on the Carpathian Foredeep. – Geol. Transactions, Acad. Pol. Sci., No. 82, 11 Abb., 1 Tab. (Poln. m. engl. Zusammenf.), Warszawa 1974.

OSZAST, J.: The Pliocene Profile of Domański Wierch near Czarny Dunajec in the Light of Palynological Investigations (Western Carpathians, Poland). – Acta Paleobot., Vol. 14, Fasc. 1, 1–42, Kraków – Warszawa 1973.

OSZCZYPKO, N. & STUHLIK, L.: The Fresh-Water Miocene of the Nowy Sącz Basin. Results of Geological and Palynological Investigations. – Acta Palaeobot., No. 2, 3 Abb., 4 Tab. (Poln. m. engl. Zusammenf.), Kraków 1972.

RADWAŃSKI, A.: Remarks on Some Lower Tortonian Brown-Coal Bearing Sediments on the Holy Cross Mts. – Bull. Acad. Pol. Sci., Sér. Géol. Géogr., Vol. 11, No. 1, Varsovie 1967.

SKOCZYLAŚÓWNA, K.: Beitrag zur Kenntnis der Miozänablagerungen in der Umgebung von Nowy Sącz. – Ann. Soc. Geol. de Pol., T. VI, 8 Abb., 8 Tab. (Poln. m. deutscher Zusammenf.), Kraków 1930.

- ŠILAR, J.: Vorkommen karbonischer Kohle in senonischen Konglomeraten im Tale des Váh bei Púchov-Čas. pro Min. a Geol., 1, 334 (Tschech. m. engl. Zusammenf.), Praha 1936.
- TURNAU, E.: The Age of Coal Fragments from the Cretaceous Deposits in the Outer Carpathians, Determined on Microspores. – Bull. Acad. Pol. Sci., Sér. Géol. et Géogr., Vol. X, No. 2, 1 Abb., 1 Tab., Varsovie 1962.
- TURNAU, E.: Microflora and Paleogeography of the Carboniferous on the Polish Part of Carpathians. – Bull. Inst. Geol. Pol., No. 235, 3 Abb., 1 Tab. (Poln. m. engl. Zusammenf.), Warszawa 1970.
- URBANIAK, J.: The Bore-Hole at Domański Wierch near Czarny Dunajec, Podhale area. – Acta Soc. Bot. Pol., Vol. 25, Fasc. 3, 579–587 (Poln. m. engl. Zusammenf.), Warszawa 1960.
- WAGNER, M.: Coal Matter in the Flysch of the Magura Nappe between Jordanów and Nowy Sacz (Carpathians, Poland). – Ann. Soc. Geol. de Pologne, Vol. L, Fasc. 1, 99–117, 7 Abb. (Poln. m. engl. Zusammenf.), Kraków 1980.
- WATYCHA, L.: The Neogene of the Orawa-Nowy Targ Basin. – Kwart. Geol., Vol. 20/3, 1 Abb. (Poln. m. engl. Zusammenf.), Warszawa 1976.
- WOŻNY, E.: Stratigraphy of the Younger Tertiary in the Orawa-Nowy Targ Basin on the Basis of Fresh-Water and Continental Macrofauna. – Kwart. Geol., Vol. 20/3, 1 Abb., 1 Tab. (Poln. m. engl. Zusammenf.), Warszawa 1976.
- Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 9. Oktober 1990.