

DIE FOSSILEN KOHLEN BOSNIENS UND DER HERCEGOVINA

VON

DR. FRIEDRICH KATZER,

REGIERUNGSRAT UND VORSTAND DER BOSNISCH-HERCEGOVINISCHEN
GEOLOGISCHEN LANDESANSTALT IN SARAJEVO

ERSTER BAND

DIE ÄLTEREN, EINSCHLIESSLICH EOZÄNEN KOHLEN DES GANZEN LANDES
UND DIE OLIGOMIOZÄNEN KOHLEN MITTEL- UND NORDWESTBOSNIENS

MIT 102 ABBILDUNGEN IM TEXT
UND EINER KARTENBEILAGE

(ERWEITERTER SONDERABDRUCK AUS „BERGBAU UND HÜTTE“ 1916—1918)



WIEN 1918

SELBSTVERLAG. — AUS DER DEUTSCH-ÖSTERR. STAATSDRUCKEREI

Vorwort.

Der vorliegende erste Band einer eingehenden Darstellung der geologischen Verhältnisse der Kohlenlagerstätten Bosniens und der Hercegovina ist ein in Einzelheiten ergänzter Sonderabdruck aus der vom k. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten in Wien unter der bewährten Leitung von Hofrat G. Kroupa und Oberbergrat F. Kieslinger seit Mitte 1915 herausgegebenen Zeitschrift „Bergbau und Hütte“.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, dengenannten Herren verbindlichst zu danken für das große Entgegenkommen, welches sie mir hinsichtlich des Umfanges und der illustrativen Ausstattung der Arbeit erwiesen haben; nicht minder dem k. u. k. gemeinsamen Finanzministerium in Angelegenheiten Bosniens und der Hercegovina, namentlich dem Herrn Hofrat Franz Poech, für die mir gewährte mannigfache Unterstützung.

Der zweite (Schluß-) Band des Werkes wird die Beschreibung der oligomiozänen Kohlenlagerstätten West-, Süd- und Ostbosniens und der Hercegovina sowie der pliozänen Kohlenablagerungen des Landes enthalten.

Diesem zweiten Bande wird auch das Register für das ganze Werk beigegeben werden.

Sarajevo, im Juli 1918.

Der Verfasser.

Inhalts-Übersicht.

	Seite
Einleitung	1
I. Kohlenvorkommen des Paläozoikums	3
Hodžingaj.....	3
II. Kohlenvorkommen des Mesozoikums	8
a) Triaskohlen.....	8
1. Kohlenvorkommen der Werfener Schichten	8
Pale	9
Sudići	9
Lepovići	11
2. Kohlenvorkommen der oberen Trias	12
Arežin Brijeg (Grahovo)	12
Lastva	23
b) Kreidekohlen	30
Japaga	31
Grabovica.....	34
III. Kohlenvorkommen des Känozoikums	38
a) Eozänkohlen	39
Majevica	39
Razbojwald	60
Hercegovina.....	61
Dabrica	63
Sutorina	67
b) Oligozäne und miozäne Kohlen.....	70
1. Die Zenica-Sarajevoer Braunkohlen- ablagerung	77
a) Die Liegendschichtenzone mit der Liegend- flözgruppe	86
b) Die mittlere Schichtenzone mit der Haupt- flözgruppe	111
c) Die Hangendschichtenzone mit den Hangend- flözen	187

	Seite
2. Die Braunkohlenablagerung von Žepče- Novi Šeher	196
3. Die Braunkohlenablagerungen des Usora- gebietes.....	209
Ablagerung von Kamenica-Komušina	210
Braunkohlenablagerung von Teslić.....	211
Kohlenvorkommen von Žarkovina	227
Braunkohlenablagerung von Tešanj-Jelah	299
Braunkohlenablagerung von Pribinić.....	235
Braunkohlenvorkommen von Mladikovina	241
Braunkohlenvorkommen von Očauš	241
4. Die Braunkohlenvorkommen des Bosna- gebietes unterhalb der Usoramündung ..	244
Braunkohlenvorkommen von Kotorsko	244
5. Die Braunkohlenablagerung des Ukrina- gebietes.....	253
Kohlenvorkommen bei Derventa	254
Kohlenvorkommen bei Bosn. Dubočac.....	256
Kohlenvorkommen im Talgebiete der Vijaka ...	257
Kohleführende Schollen von Petkovića, Čečava und Snjegotina	264
6. Die Braunkohlenablagerungen des Vrbas- gebietes.....	268
Braunkohlenablagerung von Kotor-Varoš	268
Braunkohlenablagerung von Banja Luka	278
Braunkohlenablagerung von Balte-Mehovci	283
Braunkohlenablagerung von Rekavica-Krupa ...	286
Braunkohlenablagerung von Bočac.....	288
Braunkohlenablagerung von Varcar Vakuf- Šehovci	291
Braunkohlenablagerung von Mile donje.....	298
Braunkohlenablagerung von Šipovo-Šajnovac ...	298
Braunkohlenablagerung von Gerzovo	300
Braunkohlenablagerung von Jajce	300
Braunkohlenablagerung von Vitovlje und Mudrike	307
Braunkohlenablagerung von Bugojno	309
Braunkohlenablagerung von Ričica	314
7. Die Braunkohlenablagerungen des Sana- gebietes.....	316
Braunkohlenablagerung von Medna	316

	Seite
Oligomiozänablagerung von Ključ	323
Braunkohlenablagerung von Kamengrad-Sanski Most	325
Braunkohlenablagerung des Omarsko polje	344
Braunkohlenablagerung von Jelovac	350
8. Die Braunkohlenablagerungen zwischen Sana und Una	353
Braunkohlenablagerung von Jutrogošta-Svodna .	356
Braunkohlenablagerung von Lješljani-Cerovica ..	364
Braunkohlenablagerung von Vodičevo und Prusci	375
9. Die Braunkohlenablagerungen des mitt- leren und oberen Unagebietes	378
Braunkohlenablagerung von Ljusina	378
Braunkohlenablagerung von Krupa	381
Oligomiozänablagerung von Bihać	383
Braunkohlenablagerung von Kulen Vakuf	386
10. Die Braunkohlenablagerungen des Ko- rana- und Glinagebietes	387
Braunkohlenablagerung von Cazin-Tržac	387
Braunkohlenablagerung von Bojna	400

Einleitung.

Bosnien und die Hercegovina sind reich an Mineralkohlen, welche verschiedenen Formationen, bei weitem überwiegend jedoch dem jüngeren Tertiär angehören. Diese letzteren sind gegenwärtig auch allein von montanistischem Belang, weil zur Zeit nur auf ihnen Bergbau betrieben wird, welcher für die gesamte Volkswirtschaft des Landes, insbesondere aber für das Verkehrswesen und die Industrie, von größter Wichtigkeit ist.

Die Kohlenablagerungen haben in der Fachliteratur schon mehrfach Erwähnung oder auch eingehendere Behandlung erfahren. Gleich bei der ersten geologischen Rekognoszierung Bosniens und der Hercegovina durch E. v. Mojsisovics, E. Tietze und A. Bittner¹⁾ wurde ihnen Aufmerksamkeit zugewendet und es wurde mancher Anhalt gewonnen, welcher die alsbald darauf eingeleiteten bergmännischen Untersuchungen erleichterte. Die Ergebnisse dieser ersten montanistischen Erhebungen blieben öfters hinter den Erwartungen zurück und erst die durch den sich immer dringlicher geltend machenden Bedarf an Brennstoff für den Betrieb der damals im Entstehen begriffenen Eisenbahnen und Industrien veranlaßten ausgreifenderen bergmännischen Unternehmungen führten zu Erfolgen, welche den Ausgang für den sich seitdem ununterbrochen erfreulich entwickelnden Kohlenbergbau Bosniens bildeten. Sehr lehrreiche Mitteilungen darüber verdanken wir dem am Aufschwunge des bosnischen Kohlenbergbaues in hervorragender Weise selbst werktätig beteiligten Hofrat Franz Poech.²⁾

¹⁾ Vgl. „Grundlinien der Geologie von Bosnien-Hercegovina“, Wien, 1880, an verschiedenen Stellen, hauptsächlich Seite 96 bis 99, 117 bis 119, 124 bis 125, 146 bis 150, 250 bis 261.

²⁾ Über den Kohlenbergbau in Bosnien, Österr. Zeitschrift f. Berg- und Hüttenwesen, 1893, S. 313ff. Mit einer Tafel, die u. a. ein Übersichtskärtchen der wichtigsten Kohlenvorkommen enthält. — Mitteilungen über den Kohlenbergbau in Bosnien. Ebendort, 1899, S. 369 ff. Mit 1 Tafel. — Die Montanindustrie etc. von D. Tuzla in Bosnien. Zeitschrift d. österr. Ingen. u. Architekten-Vereines, Wien, 1907, Nr. 25, 26. Auch als Sonderabdruck erschienen.

Eine Zusammenstellung der damals bekannt gewesenen Kohlenvorkommen, die allerdings schon bei ihrem Erscheinen mehrfach überholt war, wurde hauptsächlich auf Grund von Berichten des Berghauptmannes W. Radimský im Jahre 1902 von dessen Nachfolger J. Grimmer veröffentlicht.³⁾ Nähere Mitteilungen über einige Kohlenablagerungen Bosniens und der Hercegovina wurden sodann vom Verfasser dieser Zeilen teils in seinem „Geologischen Führer“,⁴⁾ teils in Notizen und Einzeldarstellungen publiziert⁵⁾ und kürzlich wurde von ihm eine zusammenfassende Übersicht der Kohlenlagerstätten und eine Bewertung des Kohlenvermögens Bosniens und der Hercegovina veröffentlicht.⁶⁾

Die vorliegende Abhandlung beabsichtigt diese Übersicht vom geologischen Standpunkte weiter auszuführen und in Einzelheiten zu ergänzen, hauptsächlich hinsichtlich der wenig bekannten sowie der aus montanistischen Gründen im Vordergrund des Interesses stehenden Ablagerungen. Auf die betriebstechnischen Verhältnisse soll jedoch nicht eingegangen werden.

³⁾ Wissenschaftl. Mitteilungen aus Bosnien u. d. Herceg., VIII. Bd., Wien, 1902, S. 340 ff. In serbischer Sprache bereits 1899 im „Glasnik zemaljskog muzeja u Sarajevu“ erschienen. Mit Karte.

⁴⁾ Katzer: Geologischer Führer durch Bosnien und die Hercegovina. Sarajevo, 1903.

⁵⁾ Die wichtigsten sollen weiter unten zitiert werden.

⁶⁾ The Coal-Resources of the World. Canada, 1913, III. Vol., S. 1075 ff.

1.

Kohlenvorkommen des Paläozoikums.

Von der paläozoischen Formationsgruppe besitzt das für die Kohlenführung auf der Erde so hochwertige Karbon- und Permsystem in Bosnien zwar beträchtliche Verbreitung, nennenswert produktiv hat es sich jedoch bis jetzt nirgends erwiesen. Nur in der Erstreckung des Paläozoikums von Srebrenica—Vlasenica in Ostbosnien wurden Kohlenspurengelunden, u. zw. an einer Stelle in der Nähe des **Hodžingaj** nordwestlich von Vlasenica, woinnerhalb der permokarbonischen Schichtenreihe sandig-glimmerige schieferige Einschaltungen vorkommen, die überfüllt sind mit Pflanzenspreu, namentlich verkohlten Blattfetzen, Stengelstücken und Samen von Gymnospermen und die als Seltenheit auch dünne Schmitzchen einer leicht zerbröckelnden boghaedartigen Kohle enthalten.

Das Profil zwischen dem 5. und 6. Kilometer der von Vlasenica über Pustoše nach Han Zapardi führenden Straße, welchem die kohlenhältigen Einlagerungen angehören, beginnt mit dünn spaltbaren, glimmerigen, schwarzen und blaugrauen Schiefeln, welche mit meist dünnschichtigen Sandsteinen alternieren, die Bänke und linsenförmige Nester von Quarzkonglomeraten einschließen. Das Verflächen dieser Schichten ist unter mittleren Winkeln nach Südwesten (Stunde 15 bis 16) gerichtet. Zwischen den Straßenkilometern 5-5 und 5 zieht eine Störung durch, welche ein nordöstliches Einfallen der Schichten bewirkt, das jedoch nicht lange anhält. Es folgt ein etwa 30 m mächtiger Wechsel von gröber gebankten Sandsteinen und sandig-glimmerigen Schiefeln, die wieder unter mittleren Winkeln nach Stunde 15 einfallen. In dieser Schichtenreihe liegen die Pflanzenschiefer mit den Kohlenschmitzchen. Eine kurze Strecke weiter ist die Lagerung abermals stark gestört, indem die Sandsteine und Konglomerate gezerrt, gestaucht und kopfständig aufgerichtet sind, bald darauf folgt jedoch neuerdings normales südwestliches Einfallen. (Abb. 1.) Die unregelmäßig linsenförmige Gestalt der Konglomeratlager innerhalb der Störungszonen scheint zum Teil durch die Pressungsvorgänge bewirkt worden zu sein.

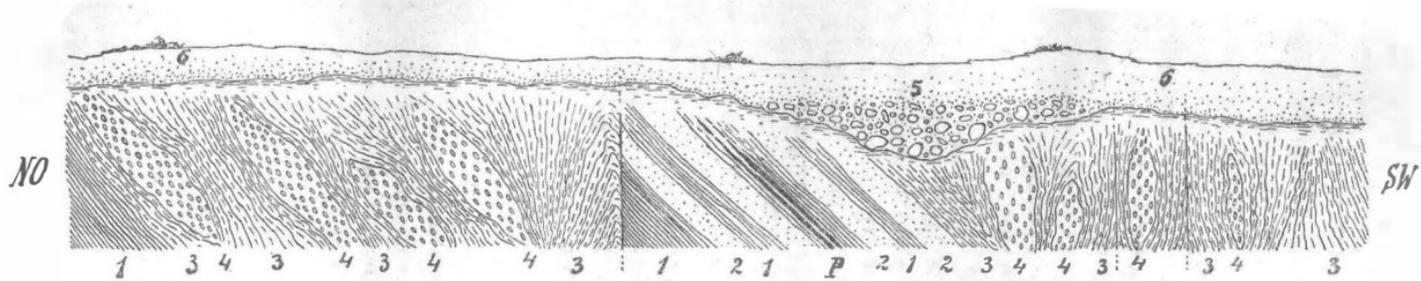


Abb. 1. Profil durch die wahrscheinlich permische Schichtenreihe mit Pflanzenabdrücke und Kohlenschmitzchen enthaltenen Lagen beim Hodžin gaj, unweit Vlasenica. 1 = Schiefer. 2 = Sandstein. 3 = Schieferiger Sandstein. 4 = Konglomerat. P = Pflanzenabdrücke und Kohlenschmitzchen führende Schieferlagen. 5 = Diluviale Kalkgeröllmassen. 6 = Alluvium und Dammerde.

Die Anhäufung von Pflanzenresten findet in der Liegendpartie der besagten Schichtenreihe unmittelbar über einer Bank ziemlich grobkörnigen Sandsteines statt, u. zw. in zwei, je etwa 10 cm mächtigen Lagen, die durch ein schwaches Sandsteinzwischenmittel voneinander getrennt sind. Da die Pflanzenreste nur aus Bruchstücken und Fetzen bestehen, halbwegs vollständige Abdrücke aber bisher nicht gefunden wurden, ferner die verschiedenen Samen zumeist zerdrückt und deformiert sind, lassen sich trotz der Fülle der Reste nur einzelne davon bestimmen. Sichergestellt sind die folgenden Arten, worunter die Gymnospermen überwiegen:

Cordaites Goldenbergianus Weiss.

Cord. borassifolius Stbg. sp.

Cord. principalis Germ. sp.

Cord. palmaeformis Goepf. sp.

Cardiocarpus (Cordaispermum) Gutbieri Gein.

Cardiocarp. cerasiformis Gutb.

Rhabdocarpus ovoideus Berg. var. *regularis* Stbg.

Rhabdocarp. cf. disciformis Stbg. sp.

Samaropsis socialis Gd. Eury sp.

Sam. cf. ovalis Lesqu.

Trigonocarpus sp. (Zerpreßte Samen. Sehr häufig.)

Calamites major Bgt.

Calam. varians Germ. (Hauptsächlich jüngere Stengel dieser Gruppe.)

Odontopteris obtusa Bgt.

Odont. subcrenulata Zeiller.

Cf. *Linopteris Münsteri* Pot. (Einzelne Fiedern, deren Form und großmaschige Nervatur noch am besten mit dieser Art übereinstimmt.)

Sphenopteris sp. (Fiederfetzen.)

Mariopteris sp. (Ebenso.)

Diese Flora verweist auf jüngstes Karbon oder Perm.

Alle Pflanzenreste sind verkohlt, insbesondere die Samen pflegen völlig in Kohle umgewandelt zu sein. Diese Kohle ist von gleicher Beschaffenheit wie die Kohle der in den Pflanzenschichten auftretenden Schmitzchen. Es ist eine leicht zerbröckelnde Glanzkohle von schwarzer Farbe und schwarzem Strich, welche kalte Kalilauge nur schwach, kochende aber ziemlich intensiv braun färbt. Die Kohle ist nicht backend, sondern hinterläßt einen pulverigen, mattschwarzen Entgasungsrückstand. Eine Immediatanalyse ergab:

Entgasungsrückstand	67·2 %
Asche	7·5 %
Feuchtigkeit	5·9 %
Flüchtige organ. Substanz	19·4 %
	100·0 %

Der Schwefelgehalt ist unbedeutend.

Auch an einigen anderen Punkten des paläozoischen Gebirges von Srebrenica, so insbesondere im Jadartale bei Lipovac (südwestlich von Srebrenica), ferner an mehreren Stellen in den anderen Verbreitungsgebieten des Paläozoikums in Bosnien wurden in karbonischen oder permischen Ablagerungen Pflanzenreste gefunden. Die betreffenden Schichten, meist Sandsteine und sandige Schiefer, sind zwar marine Bildungen, die mehrfach mit marine Fossilreste einschließenden Tonschiefern und Kalken wechselagern; ihre gelegentliche Pflanzenführung beweist jedoch, daß es strandnahe Ablagerungen sind. In diesen ist das Vorkommen von Kohlenflözen, sogenannten paralischen, zwar im allgemeinen keineswegs ausgeschlossen, jedoch ist die Wahrscheinlichkeit ihres Vorhandenseins in Bosnien überaus gering, hauptsächlich deshalb, weil der Wechsel zwischen Sedimenten des tieferen Meeres, die überwiegend aus Crinoidenkalken und Schiefnern bestehen, und den mehr terrestrischen Bildungen, vorzugsweise Sandsteinen und Konglomeraten, hierzulande zu rasch und die Mächtigkeit der Strandbildungen zu gering zu sein pflegt, als daß die zur Flözentstehung erforderliche massenhafte Anhäufung von Pflanzenresten hätte stattfinden können.

Im jungpaläozoischen Gebiete von Foča, Goražde und Prača südöstlich von Sarajevo, sowie im mittelbosnischen Schiefergebirge zwischen Travnik und Gornji Vakuf wurden bis jetzt nur vereinzelte Farrenreste in schwarzblauen, sandig-glimmerigen Schiefnern gefunden, so bei Prača auf der linken Seite des Flusses, in der Lehne zwischen der Straßenbrücke und dem Burgfelsen, große *Neuropteris*-Fiedlern (*Cyclopteris*) und am Abstiege von der Vitruša gegen Smrčevica südwestlich von Fojnica Seitenfiederchen von *Neuropteris* cf. *flexuosa* Bgt.⁷⁾

⁷⁾ Katzer: Die Fahlerz- und Quecksilbererzlagertstätten Bosniens u. d. Hercegovina. Sep. Wien, 1907, S. 6.

Auch im eisenerzreichen paläozoischen Gebirge von Ljubia und Stari Majdan bei Prijedor sowie bei Petkovic und Blagaj nächst Bos. Novi in Nordwestbosnien wurden bisher fossile Pflanzenreste nur an wenigen Stellen, jedoch in verschiedenen Horizonten entdeckt. In den glimmerigen Sandsteinschiefern innerhalb der Erzzone finden sich gelegentlich Fiederabdrücke, die dem Umrisse nach zu *Neuropteris* oder *Dictyopteris* gehören, aber nicht bestimmt werden können, weil die Blättchen harnischartig glatt zu sein pflegen und die Nervatur nicht erkennen lassen. In den hangenderen, häufig rötlichen Sandsteinen kommen hauptsächlich in der Gegend nördlich vom Ljubiatale öfters stamm- oder stengelartige Gebilde vor, die sich des mangelhaften Erhaltungszustandes wegen in der Regel nicht bestimmen lassen. Ein besser erhaltenes Exemplar von *Stylocalamites Suckowi* Bgt. wurde am Aufstiege von Ljubia zur Gradina in der Nähe des Krneta-Gehöftes gefunden.^{a)}

Reichlicher scheint das Vorkommen fossiler Pflanzenreste in den karbonischen Schichten von Ključ zu sein, insbesondere bei Dragoraj und bei Dubočani, südöstlich, bzw. südlich von der Stadt. Die petrographische Entwicklung dieses räumlich wenig ausgedehnten, sich von Podrašnica bis über Ključ hinaus erstreckenden Aufbruches des Paläozoikums schließt sich jener von Vlasenica und Prača enger an, als jener des näher gelegenen mittelbosnischen Schiefergebirges. Phyllitische Schiefer, welche das Liegendste des Schichtenkomplexes bilden oder an Störungen und in Druckzonen auftreten, sind untergeordnet gegenüber den bei weitem vorherrschenden sandigen Tonschiefern, Sandsteinen und dichten dunkeln Kalksteinen, welche letztere namentlich im östlichen Abschnitte des Aufbruches eine relativ viel größere Verbreitung besitzen als in den sonstigen paläozoischen Gebieten des Landes. Zu diesen Hauptgesteinen gesellen sich ferner Quarzkonglomerate, welche besonders bei Dubočani in der Hangendpartie der Ablagerung innerhalb der mehr oder weniger schieferigen glimmerigen Sandsteine zahlreiche linsenförmige Einlagerungen und Nester bilden. Bei Dragoraj und Previla kommen in Form von dünnen Einschaltungen sowohl zwischen Sandstein- als auch zwischen Kalkbänken sandig-glimmerige Schiefer vor, die mit verkohlter Pflanzenspreu erfüllt sind,

^{a)} Katzer: Die Eisenerzlagerstätten Bosniens und der Hercegovina. Wien, 1910, S. 40.

namentlich Bruchstücken von Stengeln, Wedelstielen und Spindeln von Farren und Fetzen von *Cordaiten*-Blättern. Umfassendere Ausbeutungen solcher Zwischenlagen dürften vielleicht spezifisch bestimmbarere Reste ergeben. Bei Dubočani wurden Abdrücke von *Neuropteris*-Fiederchen und *Cordaiten*-Blattstücke in grauem und schwarzblauem glimmerigem Sandstein gefunden, u. zw. sowohl in der steilen, wegen der vielen Quarzkonglomeratnester sterilen Kršine-Lehne beim mittleren Dorfteile, als auch in den Bacheinrissen auf der Ostseite oberhalb des nördlichen Dorfteiles. Anzeichen einer Kohlenführung konnten indessen im ganzen Gebiete von Ključ bisher nirgends ermittelt werden.

Wird nun die Frage aufgeworfen, ob überhaupt eine Aussicht besteht, in den doch wesentlich die Steinkohlenformation repräsentierenden ausgedehnten Verbreitungsgebieten des Paläozoikums in Bosnien abbaufähige Kohlenflöze aufzufinden, so kann nur wiederholt werden, daß die Aussicht auf einen solchen Glücksfall verschwindend klein ist. Wollte man aber trotzdem, lediglich auf eine vage Möglichkeit hin, irgendwo mit einer Schurfbohrung vorgehen, so würde sich für ein derartiges, wissenschaftlich zwar hochinteressantes, aber praktisch wenig hoffiges Unternehmen das Gebiet von Vlasenica und die Gegend von Ključ noch am ehesten empfehlen.

II.

Kohlenvorkommen des Mesozoikums.

Von den mesozoischen Formationen Trias, Jura und Kreide, welche in Bosnien und der Hercegovina dominierende Verbreitung besitzen, haben sich die Trias und die Kreide an einigen Punkten als kohlenführend erwiesen, während das Auftreten von Kohle im Jura zweifelhaft ist. In der Trias kommen Kohlen wenigstens in zwei Horizonten vor, nämlich in den Werfener Schichten der unteren Trias (Buntsandstein, Skythische Stufe) und in den Raibler Schichten der oberen Trias (Karnische Stufe). Die Kohlenvorkommen der Kreide gehören zum Teil der unteren, vorzugsweise aber der oberen Kreide an.

a) Triaskohlen.

1. Kohlenvorkommen der Werfener Schichten.

In den Sandsteinen und sandigen Schiefen der Werfener Schichten kommen nicht gerade selten Kohlen vor, jedoch

sind es, soviel bis jetzt bekannt, immer nur Schmitze, Nester oder einzelne verkohlte Baumstammstücke, also unbedeutende Funde, welchen eine bergwirtschaftliche Bedeutung nicht zukommt. Dessenungeachtet boten sie schon wiederholt Anlaß zu kostspieligen Schürfungen, die natürlich ohne das erhoffte Resultat blieben.

Das war insbesondere der Fall bei **Pale** (Pribanj, Brezovica u. a. O.) im Osten von Sarajevo, wo auf Grund der Anfahrung eines Kohlenschmitzes im Jahorina-Tunnel, anderweitiger geringfügiger Ausbisse und irriger geologischer Annahmen zunächst mit Schächten und Stollen, hernach mit Tiefbohrungen vorgegangen wurde, die selbstverständlich keinen Erfolg erzielen konnten und nach einiger Zeit eingestellt wurden. Auch bei Lepovići nächst Vareš, bei Sudići nordöstlich von Čevljanović und bei Brusovac nördlich von Kulen Vakuf wurden auf Kohlenvorkommen in Werfener Schichten kleine Schürfungen eingeleitet, jedoch mehr behufs Schaffung von die Sachlage klärenden Aufschlüssen als in Erwartung praktischer Ergebnisse.

Genauer untersucht wurden die Kohlenvorkommen von Sudići und Lepovići.

Das Dorf **Sudići** besteht aus zwei Häusergruppen, deren östliche zum Teile auf Mitteltriaskalk liegt, welcher in Folge einer Störung, wie solche das ganze Gebiet von Čevljanović in zahlloser Menge durchziehen, an steil auferichteten Werfener Schichten abstößt. (Vgl. das Profil Abb. 2.)

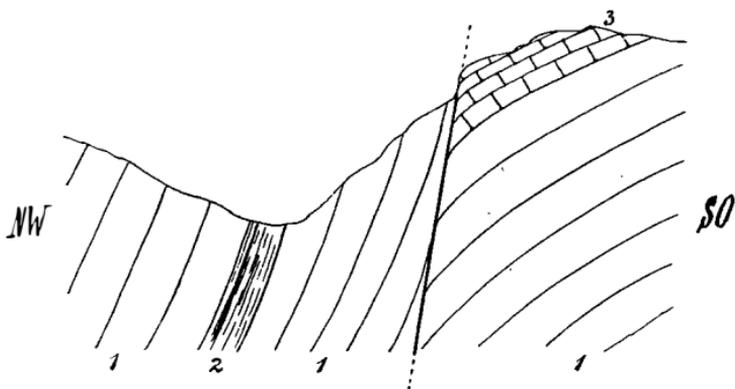


Abb. 2. Profil des Kohlenvorkommens von Sudići. 1 = Werfener Schichten, zumeist fester Quarzsandstein. 2 = Einlagerung von mürbem Sandstein mit Kohlenschmitzen. 3 = Triaskalk.

Die Werfener Schichten sind hier überwiegend Quarzsandsteine, u. zw. zumeist gut gebankte, zähe, harte, von gelber oder weißlicher Farbe, mit wenig Bindemittel, zum Teil aber auch rötliche, mürbe, dünn-schichtige, mit mehr oder weniger reichlichem tonig-glimmerigem Bindemittel. Die letzteren gehen öfters in lebhaft rote glimmerige Tonschiefer über oder werden von ihnen durchschossen.

In einem durch einen Wasserriß in einem Garten unmittelbar südlich bei der östlichen Häusergruppe von Sudići geschaffenen Aufschluß erwies sich eine ungefähr 30 cm mächtige Einschaltung des mürben Sandsteines inmitten mächtigerer Bänke des zähen Sandsteines kohlenführend. Die Schichten fallen unter 75 bis 80° nach Nordwesten (Stunde 22) ein. Die Kohle bildet einen zirka 10cm starken Schmitz, in dessen Liegend noch mehrere dünne Schmitzchen und unregelmäßig linsenförmige Nester entwickelt sind. Bei der Anschürfung des Vorkommens zeigte sich, daß der Hauptschmitz im Streichen alsbald auskeilte, bzw. sich in kleine Nester auflöste. (Abb. 3.)

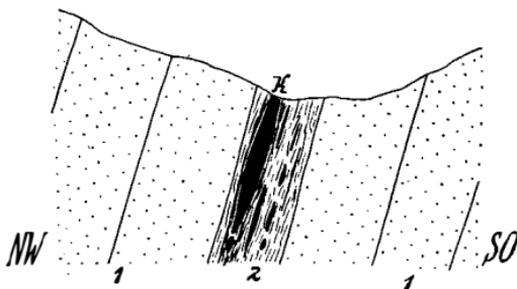


Abb. 3. Detailprofil des Kohlevorkommens in den Werfener Schichten bei Sudići. 1 = Grobbankiger fester Quarzsandstein. 2 = Mürber, glimmeriger und bituminöser, schieferiger Sandstein. K = Kohle.

Die Kohle von schwarzer, zuweilen ins bräunliche spielender Farbe, lebhaftem Glanz und muscheligen Bruche ist an sich schwefelreich und wird überdies durchsetzt von papierdünnen bis mehrere Millimeter starken Lagen von dunkelfarbigem Markasit in eigentümlicher kristallinischer, kurzfasrig-filziger Ausbildung, welche ihm einen fast nicht-metallischen bronzitartigen Glanz verleiht. Öfters erscheint die Kohle durch die Markasitlagen wie gebändert.

Die Kohle besitzt schwarzen Strich und färbt weder kalte noch kochende Kalilauge braun. Sie ist sehr gasreich, entzündet sich leicht und brennt mit rötlich-leuchtender, russender Flamme. Sie kann in ihrem natürlichen Zustande als backende Sinterkohle bezeichnet werden, da sie einen voluminösen, mehr oder weniger gesinterten Koks von grauer Farbe und graphitischem Glanz ergibt. Wird aber der Markasit durch Waschen nach Möglichkeit entfernt, so erhält man einen geschmolzenen, klüftigen, silbergrauen Koks.

Eine vorgenommene Immediatanalyse der ausgesuchten reinen lufttrockenen Kohle hatte folgendes Ergebnis:

Feuchtigkeit	5·8 %
Asche	7·2 %
Koks (aschefrei)	59·6 %
Flüchtig	27·4 %
	100·0 %

Das Kohlenvorkommen von Lepovići⁹⁾ befindet sich in den Werfener Schichten des linken Talgehänges des Stavnjacobaches, eine kurze Strecke oberhalb Vareš, auf der Nordseite des dortigen Melaphyrdurchbruches, über welchen sich die Straße nach Ponikva hinaufwindet. Unmittelbar rechts vom Wege, welcher — die Straßenserpentinien abschneidend — zu der Haupthäusergruppe von Lepovići aufsteigt, zeigt sich innerhalb einer Wechselfolge von feinkörnigem Quarzsandstein und rotem sandig-glimmerigem Schiefer in einer Bank mürben, weißlichen Sandsteines ein Kohlenschmitz. Er ist nur 5 bis 8 cm mächtig und fällt so wie der ihn einschließende, am Kontakt bituminöse Werfener Sandstein unter 80° nach Süden (13 Stunden) ein.

Die Kohle, welche lufttrocken leicht zerbröckelt, besitzt schwarze Farbe und am flachmuscheligen Bruche lebhaften Fettglanz. Der Strich ist schwarzbraun. Kalte Kalilauge wird von ihr nur schwach, heiße ziemlich leicht dunkel-rotbraun gefärbt. Die Kohle entzündet sich schwer und brennt außerhalb der Entzündungsflamme nur eine kleine Weile mit kurzer, schwach leuchtender Flamme ohne merkliche Rauch-

⁹⁾ K a t z e r: Ein Kohlen vorkommen in den Werfener Schichten Bosniens. Zentralblatt f. Mineralogie etc. 1902, S. 9.

entwicklung. Der Aschenrückstand ist voluminös, kieselig, von rötlich-grauer Farbe. Die Immediatanalyse einer lufttrockenen Probe ergab:

Feuchtigkeit	8.23 %
Entgasungsrückstand (aschefrei)	69.25 %
Asche	16.04 %
Flüchtige Bestandteile	6.48 %
	100.00 %

Die etwas schwefelhaltige Kohle ist nicht backend. Der Entgasungsrückstand ist sandig, von graphitischem Aussehen. Des Vergleiches wegen wurde, obwohl das Vorkommen praktisch ganz bedeutungslos ist, auch eine Brennwertbestimmung nach Berthier vorgenommen. Sie ergab 4.256 Kalorien.

Wie ersichtlich, ist die Beschaffenheit der Kohle von Lepovići beträchtlich verschieden von jener der Kohle von Sudići, was trotz der geologischen Analogie der beiden Vorkommen auf einen verschiedenen Ursprung der beiden Kohlenflözchen hinweist.

Es ist zu gewärtigen, daß in den Werfener Schichten Bosniens noch manche weitere Kohlenvorkommen entdeckt werden dürften. Praktisch werden sie voraussichtlich alle wertlos sein, jedoch wäre ihre nähere Untersuchung aus wissenschaftlichen Gründen dennoch angezeigt, wobei besonders auf in den Begleitschichten der Kohle etwa vorkommende fossile Pflanzenreste zu achten sein würde.

2. Kohlenvorkommen der oberen Trias.

Das wichtigste der hierher gehörigen Kohlenvorkommen ist jenes von **Arežin Brijeg (Grahovo)**, Expositur des Bezirkes Livno) an der dalmatinischen Grenze. Der geologische Aufbau der dortigen Gegend, an welchem Trias, Jura, Kreide, Jungtertiär und Quartär beteiligt sind, ist ziemlich kompliziert.¹⁰⁾

¹⁰⁾ Beobachtungen aus dem nördlichen Teile des Gebietes, namentlich betreffend die Ptychitenkalkzone des Muschelkalkes von Peći-Vidovići und von Duler, hat kürzlich F. Toulou veröffentlicht. (Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst. 65. Bd. Wien, 1913, S. 621 ff., ausgegeben Mitte 1914: „Geol.-Paläont. Beobachtungen aus der Gegend von Drvar, Peći u. Duler.“) — Bezüglich der Angabe (S. 634), daß ein Lehrer Obradović dem Landesmuseum in Sarajevo eine große Sammlung von Fossilien von Peći geschenkt haben soll, ist zu bemerken, daß nach amtlicher Feststellung an der öffentlichen Volksschule in Arežin Brijeg in

Die Trias ist anscheinend durch alle ihre Stufen von den Werfener Schichten bis zum Hauptdolomit vertreten. Sie greift von Dalmatien aus der Gegend von Knin über Strmica nach Bosnien herüber und erstreckt sich von der Grenze mehr oder weniger weit landeinwärts, wo sie dann im Norden (Ilica), im Osten (Jedovnik) und Süden (Dinara) von Kalken des Jura und der Kreide bedeckt wird, unter welchen sie aber weiter gegen Osten wieder hervorkommt. Transgredierendes Jungtertiär ist über dem Mesozoikum abgelagert und hat sich in eingesenkten Schollen und Erosionsresten stellenweise, wie z. B. bei Tiškovac, Obljaj und Peći, darauf erhalten. Von den Quartärbildungen, welche hauptsächlich in Schuttmassen bestehen, sind ansehnliche Kalktuffablagerungen, z. B. im Mračajtale, erwähnenswert.

Die unterste Stufe der Trias, die Werfener Schichten, sind in den tiefen Gräben westlich und östlich von der Wasserscheide zwischen dem Butišnica-, bzw. dem Tiškovac potok-Tale einerseits und der Senke von Peći-Vidovići-Obljaj andererseits entblößt, am meisten im Mračajtale östlich von Rastello di Grab und einige Kilometer weiter nördlich im Tale des Dulerbaches (Široko vrelo) sowie auf der Ostseite der Ilica-Ausläufer bei Peći. Die Stufe besteht überwiegend aus den typischen bunten glimmerigen Tonschiefern und plattigen Mergelkalken mit den gewöhnlichen Versteinerungen (*Anoplophora fassaensis* Wissm., *Myophoria laevigata* Alb., *Pseudomonotis Clarai* Emmr., *Pseudom. venetiana* Hauer, *Naticella costata* Müntz., *Turbo rectecostatus* Hau., *Tirolites* sp. usw.¹¹⁾), untergeordnet in den tieferen Lagen auch

den letzten 15 Jahren ein Lehrer namens Obradović nicht angestellt war und daß das Landesmuseum in Sarajevo von dem genannten Fundorte keinerlei Fossilien zum Geschenke erhalten hat.

¹¹⁾ E. Kittl: Die Cephalop. d. ob. Werfener Schichten von Muć in Dalmatien etc. (Abhandl. d. k. k. Geolog. Reichsanst. XX., Wien, 1903, S. 7. bis 9) nennt außer den angeführten aus verschiedenen Horizonten der Werfener Schichten des „Talgebietes des Mračaj potok“ und von „Gozd vrh—Duler“: *Pecten cf. discites* Schloth., *Pect. cf. Alberti* Goldf., *Gervilleia cf. exporrecta* Leps., *Myophoria Goldfussi* Ab., *Anodontophora (Anoplophora) canalensis* Cat., *Pseudomonotis Clarai* Emmr., *Pseudomon. cf. Telleri* Bitt., **Pseudomon. hinnitidea* Bitt., *Pseudomon. inaequicostata* Bitt., *Naticella rectecostata* Mstr., *Dinarites mutianus* Hau., *Din. dalmatinus* var. *externeplanatus* Kit., *Tirolites carniolicus* Mojs., *Tir. Haueri* Mojs., *Rhizocorallium jenense* Zenk., eine Fisch- oder Saurierhautplatte.

aus Sandsteinen, mit welchen an einigen Stellen, wie z. B. bei Mračaj und südlich von Duler, Gipslager im Verbande stehen. Es wäre möglich, daß diese letzteren Sandsteine bereits den Übergang zum Perm bezeichnen

Über den Werfener Schichten folgt im normalen Profil dunkler bis schwarzblauer, ziemlich dünnschichtiger, etwas knolliger Kalk, darüber grobbankiger Kalkstein von grauer, rötlicher, zum Teil auch intensiv roter Farbe, welcher in der Hangendpartie nestweise eine reiche *Cephalopoden*fauna der Han Bulog-Ptychitenkalkfazies einschließt.¹²⁾ Diese Kalke repräsentieren die Anisische Stufe, bzw. den Muschelkalk.

Weiter aufwärts folgt dann eine sehr veränderliche Schichtenreihe, die charakterisiert ist durch raschen Wechsel und bunte Färbung der Gesteine. In der unteren Abteilung pflegen dünnschichtige rötliche Hornsteinkalke und darüber gelblicher oder weißer Dolomit in bis 1 m mächtigen Bänken mit zwischenlagernden erbsengrünen und violetten Mergeln entwickelt zu sein, wobei bald diese, bald die Dolomitbänke überwiegen. Dieser Stufe gehören auch die zahlreichen kleinen Melaphyrdurchbrüche von Arežin Brijeg und Pećenci sowie die mit ihnen im Zusammenhang stehenden grünen oder bräunlichen tuffitischen Sandsteine (Pietra verde z. T.), grünen oder roten Tuffitschiefer und eigentümlichen konkretionären Kieselgesteine an, welche außer bei Pećenci namentlich in den ersten Straßenserptinen oberhalb Rastello di Grab sowie in der Lehne bei Zaseok¹³⁾ und in den Wassereintrissen auf der bosnischen Seite des Butišnicatales bis über Tiškovac hinaus gut aufgeschlossen sind. Bei Grab wurden darin *Ceratiten*abdrücke gefunden. Diese Schichtenreihe, welche im allgemeinen von Süden nach Norden an Mächtigkeit abnimmt, entspricht der Ladinischen Stufe und bildet den oberen Abschluß der mittleren Trias (im Sinne G. v. Arthabers).

Weiter aufwärts folgen im normalen Profil olivgrün verwitternde, dunkle Mergel und Tonschiefer sowie gelbe, grüne und rote, tonige Sandsteine, welche die Kohle eingeschaltet ist. Sie entsprechen den Raibler Schichten, bzw. dem Lunzer Sandstein der Karnischen Stufe der oberen

¹²⁾ Vgl. die zitierte Abhandlung von F. Toula.

¹³⁾ Dieses ist der richtige Name der Ortschaft und nicht Zaselak oder Saselak, wie in den Karten zu stehen pflegt.

Trias, was durch Funde von *Myophoria Kefersteini* G., die R. J. Schubert in den gleichen Schichten der unmittelbaren dalmatinischen Fortsetzung des bosnischen kohlenführenden Zuges gegliedert¹⁴⁾, bestätigt wird. Auf bosnischem Boden wurden bei Zaseok zerpreßte *Myoconchen* gefunden.

Diese petrographische Entwicklung der Begleitschichten der Kohle gilt indessen mit lokalen Variationen nur für das Gebiet westlich und nordwestlich von Arežin Brijeg. Im Süden von diesem Orte ist der Schichtenverband der südlich von Ugarci und auf der Nordabdachung des Crni Vrh auftretenden Kohlenflözchen ein anderer. Es fehlen hier Sandsteine und tuffitische Schichten und die von Mergelschiefern begleitete Kohle hat Dolomit zum tieferen Liegenden und graue dichte Kalke unbestimmten Alters (Jura?), die sich von der Dinara über die dalmatinische Grenze in das Crni Vrh-Gebiet nach Bosnien herein erstrecken, zum Hangenden. Es hat hiernach den Anschein, daß diese Kohle entweder einem jüngeren Horizonte als den Raibler Schichten angehört, oder daß die fazielle Entwicklung, trotz der relativ unbedeutenden Entfernung von Grab, eine völlige Veränderung erfahren hat. Da die Mergel im Hangenden der Kohle anscheinend *Halobienbrut* enthalten, dürfte letzteres wahrscheinlicher und die Kohle von Ugarci—Crni Vrh somit ebenfalls zur Trias zu zählen sein.¹⁵⁾

Bei Grab werden die kohlenführenden Schichten von hellen weißen und rötlichen, grobbankigen bis massigen, öfters marmorartigen Kalken bedeckt, welche möglicherweise noch zur karnischen Stufe gehören, worüber dann mehr plattiger Kalk und Dolomit (der Norischen Stufe?) folgt, welcher bei mächtiger Entwicklung auch Teile der tieferen Schichtenglieder zu vertreten scheint. Ausreichend geklärt sind diese Verhältnisse in dem überaus gestörten Gebiete

¹⁴⁾ Verhandlg. d. k. k. Geolog. Reichsanst. Wien, 1906, S. 264. — Neuestens ist R. Schubert (Steinmann-Wilckens: Handbuch d. Region. Geologie, V. Bd., 1. Heft, Heidelberg, 1914. Die Küstenländer Österreich-Ungarns, S. 6) allerdings der Ansicht, daß die Schichten trotzdem noch ladinisch sein könnten, weil *Myophoria Kefersteini* im bosnisch-dalmatinischen Grenzgebiete schon zur Zeit der ladinischen Stufe gelebt haben könne. Ich sehe keinen Grund für eine derartige Annahme.

¹⁵⁾ R. Schubert (L. c. S. 7 u. 41) betrachtet die Kohle von Ugarci für altiassisch, welche Ansicht jedoch noch einer ausreichenden Begründung bedarf.

allerdings noch nicht. Die sehr variable petrographische Ausbildung und Mächtigkeit des Iadinisch-karnischen Schichtenkomplexes bedingt hauptsächlich die große Veränderlichkeit der lokalen Ausbildung der Trias von Grahovo, die außerdem noch durch das erwähnte gelegentliche Auftreten von Melaphyr und Gips und durch die Kohlenführung beeinflusst wird. Im großen ganzen zeigt sich jedoch immerhin eine bemerkenswerte Übereinstimmung mit der südalpinen Entwicklung der Trias. (Vgl. Abb. 4.)

In tektonischer Hinsicht ist das Triasgebiet von Grahovo starkgestört, wodurch die an und für sich unzusammenhängende, linsen-, nester- und schmitzenartige Kohlenführung noch mehr zerstückelt wird und worauf auch die druckschieferige pressungslasse Beschaffenheit der Kohle zurückzuführen ist. Das Gebiet wird durchzogen von zwei nordwestlich streichenden Längsstörungen, an welchen jeweils der flacher gefaltete östliche Flügel über den stark gestauchten westlichen Flügel flexurartig übergeschoben ist. Der Steilabsturz der Ilica planina und der Dinara entspricht der einen, der Absturz des Bilek bei Zaseok der zweiten dieser Längsstörungen. Quer darauf verlaufen ebenfalls Brüche, die mit Schollenverschiebungen verbunden sind. Da sich zu diesen Hauptstörungen noch untergeordnete Begleitstörungen gesellen, ist es klar, daß, selbst wenn die Kohlenführung durchgängig wäre, eine Zerlegung der Flöze in einzelne gestauchte und gegeneinander verschobene Schollen hätte stattfinden müssen. Um so zerstückelter erscheint natürlich die überhaupt nur aus isolierten Linsen und Schmitzen bestehende Kohlenführung, welcher Umstand jede bergmännische Unternehmung in diesem Gebiete außerordentlich erschwert.

Bei dem zumeist schönen Aussehen der Kohle und bei ihrer relativen Hochwertigkeit wurde das Vorkommen von Grahovo, namentlich auch mit Rücksicht auf seine günstige geographische Lage, schon öfters beschürft, ohne daß aber bis jetzt ein die Abbaufähigkeit sichernder Erfolg erzielt worden wäre.

Die ersten Beschürfungen wurden schon Ende der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts vom bosnisch-hercegovinischen Montanärar vorgenommen. Die Haupteinbaue befanden sich damals in der Steillehne des Bilek, nordwestlich oberhalb Zaseok, wo das am Ausbiß 2 m mächtige, aus zwei Bänken bestehende Flöz in eisenschüssigem, gelbem

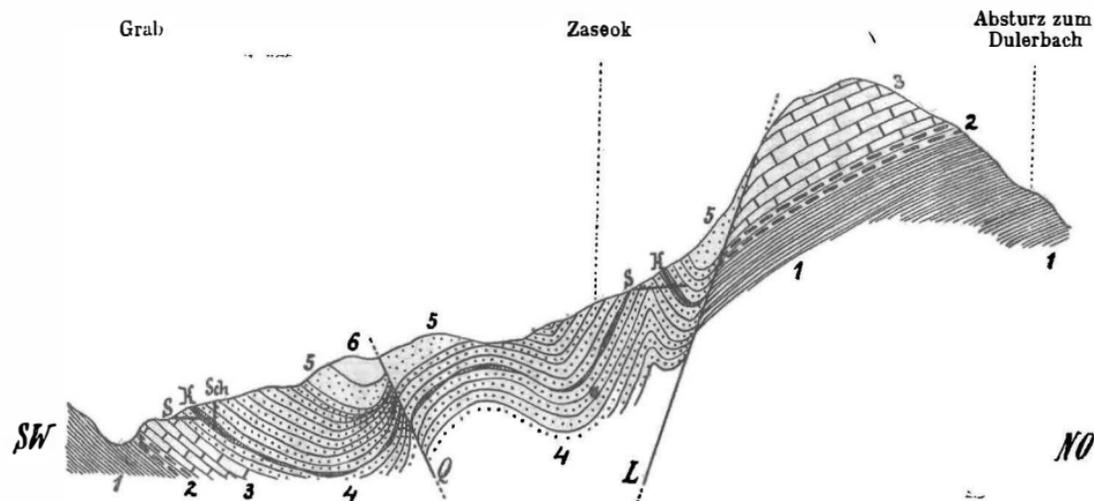


Abb. 4. Profil durch das Kohlenvorkommen von Grab-Zaseok. (Beiläufig anderthalbfach überhöht.) 1 = Skythische Stufe. Werfener Schichten. 2 = Anisische Stufe. Muschelkalk, zum Teile mit Han Bulog-Cephalopodenfauna. 3 = Ladinische Stufe, überwiegend Kalke und Tuffite. 4 u. 5 = Karnische Stufe, u. zw.: 4 = kohleführende Raibler Schichten; 5 = Kalkstein, zum Teile Marmor. 6 = Dolomit (Norische Stufe?) K = Kohle. L = Längsbruch. Q = Querstörung. S = Stollen. Sch = Schurfschacht.

und rötlichem, tonigem Sandstein eingeschaltet ist, welcher lagenweise verkohlte Pflanzenspreu enthält und im unmittelbaren Hangenden der Kohle, wo er mehr schieferig wird, auch als Seltenheit zerpreßte Zweischaler führt. Das Flöz wurde im nordöstlichen Einfallen mittels eines Gesenkes verfolgt. Es schwoll an einer Stelle über 3 m an, nahm dann rasch an Mächtigkeit ab und keilte bereits in 60 m flacher Teufe völlig aus. Ein gleich ungünstiges Ergebnis hatten die Ausrichtungen im Streichen, wo sich das Flöz ebenfalls verdrückte.

Andere Einbaue befanden sich nahe nordöstlich bei Grab, in Tiškovac, bei Peći, nächst Pećenci, bei Ugarci und am Crni Vrh. Ferner bilden Raibler Schichten einen ziemlich anhaltenden Zug bei Preodac und (nach einer Mitteilung von Oberberg-*rat Richter*) anscheinend auch auf der Westseite des Šatorgipfels. Es ist jedoch nicht bekannt, ob sie dort ebenfalls Kohlen führen.

Bei Grab, wo sich auf der Nordseite des Mračajbaches, von der dalmatinischen Grenze nordostwärts bis gegen die ehemalige Knježević koliba, auf einer etwa 800 m langen Erstreckung in den dort überwiegend kalkig entwickelten, steil nach Nordwest (zirka Stunde 20) einfallenden Raibler Schichten einzelne Ausbisse zeigen, wurde knapp an der Grenze mit einem Schurfstollen und weiter nördlich, in dem Tale, welches von der ersten großen Straßenkehre umzogen wird, mit einem Schächtchen vorgegangen. Es wurden aber nur zwei Kohlen-schmitze von höchstens 30 cm Mächtigkeit angefahren. Auch jenseits der Grenze in Dalmatien wurden auf der Südseite des Mračajtales in der Fortsetzung des gleichen kohlenführenden Schichtenzuges vor Jahren Schürfungen vorgenommen, die zwar ein etwas günstigeres Ergebnis hatten, aber doch in keiner Weise darnach angetan waren, den in montanistischen Fragen leider schon landesüblichen Optimismus zu begründen, welcher auch in diesem Falle sofort von einem bevorstehenden ungeheuren Aufschwung des dalmatinischen Kohlenbergbaues träumte ¹⁰⁾.)

In Tiškovac mali wurden auf der Südseite der Jaruga, nordwestlich unterhalb der Kote 596, im Liegend des dort verbreiteten Dolomites, und bei Peći, einige Hundert

¹⁰⁾ Es fand sich ein „Sachverständiger“, welcher das auf dalmatinischem Boden bei Strmica allein vorhandene Kohlenvermögen auf 30 Millionen Tonnen berechnete!

Schritte westlich von der obersten Mühle, in kalkigen Schichten unbedeutende Kohlenausbisse aufgemacht, aber, da sie zu geringfügig waren, nicht weiter verfolgt.

Bei Pećenci befanden sich Einbaue am Westgehänge des Hügels Kote 936 und etwa 1 *km* südlicher auf der rechten Seite der Begovac-Rinne südwestlich von der Pećenska glavica (T. P. 916). An beiden Stellen sind die Raibler Schichten überwiegend mergelig entwickelt und schließen gestreckte, wenig mächtige Linsen von bituminösem Schiefertone, bzw. Kohlschiefer ein, welcher dünne Bänder, Schmitze und Nester von Kohle enthält. Der schwarze Kohlschiefer läßt die Ausbisse viel versprechender erscheinen, als sie sich nachher bei den Schürfungen erwiesen. Das Einfallen der Schichten ist bei den nördlichen Ausbissen flach gegen Osten, bei den südlichen Ausbissen aber gegen Westen gerichtet. An beiden Stellen wurde mit Röschen und mit je einem Schurfschacht vorgegangen, jedoch überall nur ein sehr ungünstiges Verhältnis zwischen Kohlschiefer und Kohle konstatiert.

Von der Kohlenführung bei Ugarci (südlich von Arežin Brijeg, vgl. oben) gilt das Gleiche. Es scheint, daß die plattigen und mergeligen Kalke, welche dort die Kohle einschließen, dem Dolomit aufliegen, was aber auch nur scheinbar und durch eine Überschiebung bewirkt sein könnte, worauf die Druck- und Stauchungserscheinungen hindeuten, die besonders in der Kohlschieferbank ausgeprägt sind, in welcher die Kohle in Form von Schnüren, Schmitzen und Pressungnestern auftritt. Die stellenweise recht versprechend aussehenden Ausbisse lassen sich im flachwelligen Terrain zwischen dem Riede Tavane und der Biljbina lokva in einer ostwestlichen Erstreckung von fast 1 *km* Länge verfolgen. Vom bosnisch-hercegovinischen Ärar wurde dieses Kohlenvorkommen seinerzeit mit Röschen, einem Stollen und einem Schachte beschürft, ohne daß aber zu weiteren Untersuchungen anregende Erfolge erzielt worden wären.

Die in ähnlichem Schichtenverbände vorhandenen Kohlenausbisse am Crni Vrh liegen in der Luftlinie 3 *km* südöstlich von Ugarci in rund 900 *m* Seehöhe südlich bei Tavane, etwas oberhalb der Simića dolina. Es bestand hier ein Schurfstollen, durch welchen aber auch nur unbedeutende Kohlschmitze erschlossen wurden.

Es führten somit alle seinerzeitigen ärarischen Schürfe zu unbefriedigenden Ergebnissen. Entweder wurde die Kohlen-

führung überhaupt zu geringmächtig und absätzig befunden, oder, wenn die Mächtigkeit ausreichend war, wie bei Zaseok, zeigte sich, daß das Flöz kein genügendes Anhalten hatte, so daß sich ein entsprechend ökonomischer Abbau größeren Umfanges als undurchführbar erwies, wodurch für das Ärar die Anregung zum Weiterverfolg des Unternehmens entfiel.

Allein mit Rücksicht darauf, daß das wengleich stark zersplitterte Kohlenvermögen einen bescheidenen, mehr für den lokalen Absatz berechneten Bergbau vielleicht doch zu fristen imstande sein könnte, wurden vor wenigen Jahren die Schürfungen von Privaten wieder aufgenommen. Bei Zaseok wurde mit Röschen und mit einem Stollen vorgegangen, welcher aber, da er inmitten zwischen zwei älteren Einbauen angesetzt wurde, keinen anderen Aufschluß als diese erbringen konnte. Es zeigte sich auch diesmal, daß das an manchen Stellen bis 3 m mächtige Flöz sich sowohl im Streichen als auch im Einfallen verdrückte. Die Aufsuchung eventueller Wiederanschwellungen des Flözes unterblieb.

Später schürfte man hauptsächlich bei Ugarci westlich vom alten Schachte, wobei zwei je 30 bis 40 cm starke Kohlen-schieferbänke mit wie eingeknetet aussehenden Kohlenbutzen erschlossen wurden. Die Erwartung, hier ein mächtiges und gleichmäßig anhaltendes Flöz anzufahren, ging in der kurzen Zeit, während welcher geschürft wurde, leider nicht in Erfüllung. Auch diese Untersuchungen wurden eingestellt, ohne die definitive Lösung der Frage nach der Abbaufähigkeit des Vorkommens wenigstens für lokale Zwecke erbracht zu haben.

Die zumeist druckschieferige und von Harnischen und Pressungslassen durchzogene Kohle von Grahovo ist von schwarzer Farbe und lebhaftem Glanz, zuweilen bunt ange-laufen und dadurch an Anthracit gemahnend, kann aber doch nicht als anthracitische Kohle, wie es zuweilen geschehen ist, bezeichnet werden, weil sie stets einen schwarzbraunen Strich hat und ihr die Eigenschaften des Anthracites völlig abgehen. Kalte Kalilauge wird von ihr gar nicht, kochende nur zuweilen kaum merklich braun gefärbt; auch das sonstige chemische Verhalten entspricht den Donathschen Kiteien der Steinkohle.¹⁷⁾

¹⁷⁾ Donath u. Indra: Über die Arsakohle von Carpano. Chemiker-Zeitg. 1912, S. 1118. — Donath u. A. Rzehak: Zur Kenntnis einiger Kohlen der Kreideformation. Zeitschrift f.

Die bei den letzten Schürfungen nächst Zaseok und bei Ugarci gewonnene Kohle wurde näher untersucht. Beide Kohlenproben besitzen das Aussehen einer älteren Steinkohle; sind von schwarzer Farbe und lebhaftem Glanz, von pressungschieferiger Textur und werden von zahllosen Druckharnischen und Torsionsgleitflächen durchsetzt.

Die Kohle von Zaseok zeigt nach längerem Lagern an der Luft auf Lassen einen rostigen Belag, herrührend offenbar aus der Zersetzung des in ihm enthaltenen Schwefelkieses. Frisch gefördert ist sie jedoch von schönem Aussehen, nur läßt sie sich auch im mächtigen Flözteil kaum als Stückkohle erzeugen. Der Bruch ist uneben, schieferig bis blätterig, nur ausnahmsweise kleinmuschelrig. Sie besitzt schwarzbraunen Strich, ist anscheinend gasreich, brennt mit langer, leuchtender, russender Flamme und hinterläßt verhältnismäßig wenig Asche von rötlich-grauer oder fast weißer Farbe. Sie ist vorzüglich backend und gibt einen kleinblasigen, festen, grauen Koks. Eine Immediatanalyse ergab:

Feuchtigkeit	2.1 %
Entgasungsrückstand	64.5 „
Asche	18.8 „
Fixer Kohlenstoff	45.7 „
Flüchtige organische Substanz ..	33.4 „
Kalorischer Wert (nach Berthier) .	5310 Kal.

Eine ältere Elementaranalyse der Ausbißkohle von Zaseok gibt die folgende Zusammensetzung an:

Feuchtigkeit	1.90 %
Asche	30.60 „
Kohlenstoff.....	50.40 „
Wasserstoff	3.20 „
Verbrennlicher Schwefel	3.00 „

prakt. Geologie, 1914, S. 2, u. Montanist. Rundschau, 1915, Nr. 1, 2. — Eine hierauf bezügliche kritische Erörterung hat K. A. Weithofer (Beiträge zur Kenntnis fossiler Kohlen. Zeitschrift f. prakt. Geologie, XXII., 1914, S. 249) veröffentlicht. Nach meiner Meinung dürfte es schwerhalten, so lange wir von der Konstitution der Kohlen nicht mehr wissen als heute, eine präzise chemische Unterscheidung der verschiedenen Kohlen durchzuführen. Donaths Reaktionen (sowie manche frühere von Freymy, Guignet u. a.) ermöglichen aber doch in den allermeisten Fällen die sichere chemische Unterscheidung von Stein- und Braunkohlen, was unter Umständen auch von praktischem Belange sein kann.

Gesamtschwefel	7.40 %
Sauerstoff, Stickstoff u. a.	10.90 „
Berechneter Brennwert.....	4642 Kal.
Koksausbeute.....	72.4 %

Die Kohle von Ugarei ist weniger schieferig als die Kohle von Zaseok, läßt sich, wenn die Mächtigkeit entsprechend ist, in größeren Blöcken gewinnen und zeigt bei dichter Beschaffenheit oft schönen muscheligen Bruch. Sie besitzt sehr lebhaften Glanz, der zuweilen ins Metallische spielt, zumal wenn die Bruchflächen bunt angelaufen sind, was bei freilagernder Kohle häufig der Fall ist. Die Kohle selbst scheint nicht besonders schwefelreich zu sein, jedoch an der Grenze zwischen Kohle und Kohlschiefer, namentlich dort, wo einzelne Kohlennester in den Schiefertone eingeknetet sind, findet sich gewöhnlich Markasit in papierdünnen, bis mehrere Millimeter starken querstengeligen Lagen oder auch in garbenähnlichen langfaserigen Büscheln ein, wodurch der Durchschnittsschwefelgehalt der Förderkohle beträchtlich erhöht wird. Die leichte Zersetzbarkeit des Markasits fördert auch den Zerfall der Kohle und bewirkt, daß sich die an der feuchten Luft lagernde Kohle mit Ausblühungen bedeckt, die teils einen grünlichen faserigen Filz, teils kleine rötliche Häufchen mit nieriger Oberfläche bilden. Der erstere ist Eisenvitriol (Melanterit), der letztere ein magnesiahaltiges Eisensulfat.

Die Kohle, welche schwarzbraunen Strich hat, ist gasreich, entzündet sich leicht und brennt mit leuchtender, langer Flamme. Sie ist nicht so gut backend wie die Kohle von Zaseok, sondern ergibt einen weniger vollkommen geschmolzenen und nicht durch und durch gleichmäßig eisengrauen, sondern von zerreiblichen schwärzlichen Partien durchzogenen und minder festen Koks.

Eine Inmediatanalyse hatte das folgende Resultat:

Feuchtigkeit	3.4 %
Entgasungsrückstand	59.4 „
Asche	12.7 „
Fixer Kohlenstoff	46.7 „
Flüchtige organische Substanz .	37.2 „
Kalorischer Wert (nach Berthier)	5960 Kal.

Eine Elementaranalyse der auf den ersten Schürfen bei Ugarei (Tavane) gewonnenen Kohle ergab:

Hygroskop. Wasser	6.00 %
Asche	8.40 „
Kohlenstoff.....	70.10 „
Wasserstoff	4.20 „
Sauerstoff, Stickstoff u. a.	9.16 „
Verbrennlicher Schwefel	2.14 „
Berechneter Brennwert.....	6511 Kal.

Aus den vorstehenden Analysen ist zu entnehmen, daß die Steinkohle von Grahovo in der Qualität ziemlich stark wechselt und daß insbesondere der Aschengehalt bei den einzelnen Proben beträchtlich verschieden ist. Der durchschnittliche kalorische Effekt der Kohle darf aber immerhin mit 5000 bis 6000 Kalorien bewertet werden, wozu noch zu bemerken ist, daß von den privaten Schürfern in den letzten Jahren veranlaßte Brennwertbestimmungen angeblich sowohl für die Kohle von Zaseok als auch für jene von Ugarci 6500 bis 7200 Kalorien ergeben haben sollen. Jedenfalls gehört die Trias-Steinkohle von Grahovo zu den, was Heizkraft und Backfähigkeit anbelangt, wertvollsten Kohlen Bosniens.

Ein anderes Kohlenvorkommen der oberen Trias liegt in der südlichen Hercegovina nahe der montenegrinischen Grenze bei Lastva östlich von Trebinje. Die dortige Gegend, umfassend wesentlich die Gemeindegebiete von Lastva und Klobuk, wurde von G. v. Bukowski näher untersucht, dessen Arbeit darüber¹⁰⁾ nichts Wesentliches hinzuzufügen ist. Eine zusammengestauchte Auffaltung des Triasgrundgebirges wurde durch Abtragung der (Jura-? und) Kreidedecke bloßgelegt und steht nun in einem in ostwestlicher Richtung von Grančarevo bis Arangjelovo an der montenegrinischen Grenze gegen 8 km langen (aber sich noch darüber hinaus nach Montenegro ausdehnenden) und zwischen Orahovac und Klobuk 4 km breiten Fenster von unregelmäßig elliptischem Umriss am Tage an. In diesem Fenster bildet die Trias ein von steilen Berglehnen eingeschlossenes hügeliges Terrain, welches durch reichliche Wasserführung ausgezeichnet ist und dessen schüttige Dolomithänge den Weinbau begünstigen, durch welchen die dortige Landschaft zu einer gewissen

¹⁰⁾ Beitrag zur Geologie der Landschaften Korjenići und Klobuk in der Hercegovina. (Mit Taf.). Jahrb. d. k. k. Geolog. Reichsanst. Wien, LI. Bd., 1901, S. 159. — Vgl. auch die Mitteilung von A. Bittner in den Verhandlungen derselben Anstalt, 1900, S. 145.

Berühmtheit gelangt ist. Die Lastvarebe (überwiegend Burgunder Ursprunges) gilt als eine der besten des Landes.

Die Triasauffaltung umfaßt nur Schichtenglieder der mittleren und oberen Trias und in dieser letzteren ist es wieder der Raibler Horizont, welcher Kohlenflözchen einschließt. Die Talfurchen der Bäche Jažina und Močila verlaufen teilweise quer auf das Schichtenstreichen, wodurch offene Profile geschaffen sind, die in den Aufbau des Gebietes vortrefflichen Einblick gewähren. Das Profil Abb. 5 entspricht dem Aufschlusse im Jažinatale und möge wegen des Schichtenverbandes der Kohlenflözchen näher erläutert werden.

Der Kern der Triasauffaltung wird von gut geschichteten bis plattigen, zuweilen gebänderten Kalken (im Profil = 1) gebildet, die mehr oder weniger kieselig und daher splitterig sind, im Dünnschliffe oft reichlich Radiolarien erkennen lassen und lagenweise knollige, zumeist ebenfalls kieselige Gebilde einschließen, von welchen einige nach ihrer Form Kieselsteinkerne von Gasteropoden sein könnten. Diese Kalke sind von abwechselnd dunklerer und lichter grauer Farbe, vielfach durchschwärmt von weißen Calcitadern; sie pflegen auf Absonderungsflächen und Lassen einen rötlichen oder rostbraunen Belag zu zeigen. Nach oben zu werden sie dünn-schichtig und mehr tonig, wodurch der Übergang in wenig mächtige, schieferige bis blätterige, frisch graue, verwittert schokoladefarbige Mergel bewirkt wird, die teilweise fast nur aus *Daonella*-Jugendformen (*Posidonomya* cf. *wengensis* Wissm. u. a.) bestehen und wohl als Wengener Schichten angesprochen werden dürfen. (2 im Profil.) In diesem Falle würden sie zusammen mit den unterlagernden Kalken die Ladinische Stufe der mittleren Trias repräsentieren.¹⁰⁾

Darüber folgen auf beiden Flanken der Aufwölbung dunkelgraue oder braune oder auch gestriemte, ziemlich dickbankige Kalke, die stellenweise reich an Versteinerungen sind, welche aber so fest mit dem Gestein verwachsen zu sein pflegen, daß sie nicht herauspräpariert werden können. Nur

¹⁰⁾ Wenn die Bemerkung A. Bittners (l. c. S. 148), daß in dem Mergel, welcher *Posidonomyen* enthält, auch ein Bruchstück von *Cuspidaria gladius* Lbe. sp. beobachtet wurde, so zu verstehen ist, daß diese für die Raibler Schichten charakteristische Bivalve mit den *Posidonomyen* in dem gleichen Gesteinsstücke beisammen liegt, dann müßten diese *Daonellen*mergel allerdings schon zur Obertrias einbezogen werden.

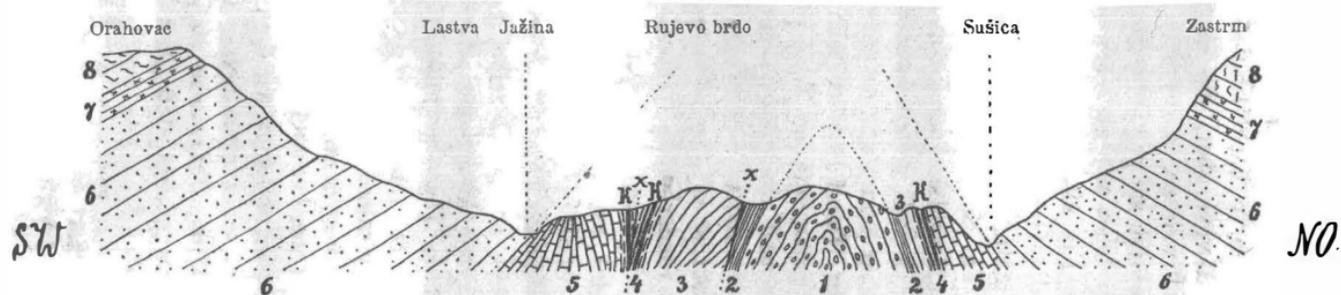


Abb. 5. Profil durch den kohlenführenden Triasaufbruch von Lastva in der Hercegovina. 1 = Ladinischer, zum Teile kieseliger Kalkstein. 2 = Daonellenmergel (?Wengener Schichten). 3, 4, 5 = Karnische Stufe u. zw.: 3 = bituminöser Kalk; 4 = Kohlenbänke einschließende hochbituminöse Mergel (Raibler Schichten); 5 = bunte Kalke. 6 = Dolomit (Norischer Hauptdolomit?). 7 = Graue Kalke (Jura?). 8 = Kreidekalk. K = Kohlenbänke und Schmitze. x = Störungen. Das Profil ist nur wenig überhöht.

aus den an der Oberfläche stark verwitterten Schichten lassen sich zuweilen Steinkerne von Schnecken, hauptsächlich *Pleurotomaria* sp., herausklopfen. Auch diese Kalke sind von weißen Calcitadern durchzogen. Sie werden nach oben zu tonig und schieferig und gehen in hochbituminöse, dunkelbraune bis fast schwarze Mergel über, die einerseits mit helleren kalkigen Lagen alternieren, andererseits Kohlenflözchen einschließen, wodurch sie partienweise ein gebändertes Aussehen erlangen, welches sich aber nur am frischen Anbruch geltend macht, weil in älteren Aufschlüssen durch Oxydation des Bitumens die Gesteinsfärbung gleichmäßig weißlich-grau wird. Die Mächtigkeit dieses kohlenführenden Bandes beträgt etwa 2 m, am Südflügel infolge einer Verwerfung scheinbar mehr. Die Mergel sind lagenweise, besonders im Liegenden der Kohle, übervoll an zerpreßten Muschel- und Schneckenschalen und fast immer sind sie durchsetzt von kohligem Pflanzenresten, die Tangfetzen zu sein scheinen. Wesentlich aus zusammengeschwemmtem Tang dürfte auch die Kohle entstanden sein und die ganze kohlenführende Schicht scheint demnach eine marine Seichtbildung zu sein. Bei ihrer geringen Mächtigkeit ist es jedenfalls unwahrscheinlich, daß sie einem oftmals wiederholten Wechsel von Meer- und Süßwasser ihre Entstehung verdanken sollte, zu welcher Annahme auch kein absolut zwingender Grund vorliegt. A. Bittner (l. c. p.) hat es nur als möglich angedeutet wegen des Vorkommens eines angeblichen *Unio* (*U. Grimmeri* Bitt.), dessen *Trigonodus*-Ähnlichkeit er jedoch selbst hervorhebt, und ferner des Vorkommens von Gastropoden, die eventuell Süßwasserformen sein könnten. Diese Vermutung Bittners kann aber nicht als Beweis für das Vorhandensein echter Süßwasserkonchylien gelten gelassen werden, weil von den Gastropoden bis jetzt nur unbestimmbare, meist völlig zerdrückte Exemplare gefunden worden sind und bezüglich des fraglichen *Unio* Luk. Waagen, welchem wir die eingehende Beschreibung desselben nebst einer gründlichen Diskussion der Beziehungen zwischen *Unio*, *Trigonodus* und *Cardinia* verdanken,²⁰⁾ zu dem Ergebnis gelangt, daß „*Unio Grimmeri*

²⁰⁾ Die Lamellibranchiaten der Pachycardientuffe der Seiser Alm nebst vergleichend. paläontol. u. phylogen. Studien. (Als Fortsetzung zu A. Bittners Lamellibranchiaten der alpinen Trias.) Abhandlungen d. k. k. Geolog. Reichsanst. Wien, Bd. 18, 1907, S. 130 ff.

sich so eng an gewisse *Trigonodus*-Formen anschließt, daß man ihn füglich als Süßwasser-*Trigonodus* bezeichnen könnte.“ Diesem Ausspruche liegt die Annahme zugrunde, daß die Schicht mit dem fraglichen *Unio* eine sichere Süßwasserablagerung sei. Da dies aber nicht nur unbewiesen, sondern mit großer Wahrscheinlichkeit unzutreffend ist, so darf ruhig angenommen werden, daß es sich eben überhaupt um keinen *Unio*, sondern um einen echten marinen *Trigonodus* handelt. Tatsache ist, daß *Trigonodus Grimmeri* Bitt. sp. im petrographisch gleichen Gestein liegt, in welchem *Cuspidaria gladius* Lbe. sp. sowie *Acephalen* vorkommen, die Bittner für wahrscheinliche *Megalodonten* erklärt hat. Das Gestein ist somit jedenfalls marinen Ursprunges und wenn es auch wohl nicht ausgeschlossen ist, daß Unionen in strandnahe Meeresablagerungen eingeschwemmt werden können, so bedarf es im vorliegenden Falle nach dem Gesagten doch keiner solchen Annahme, da die kohlenführenden Raibler Schichten von Lastva wahrscheinlich ebenso marinen Ursprunges sind, wie die von A. Bittner zum Vergleiche herangezogenen, gleichfalls Kohlen einschließenden Raibler Schichten von Oberlaibach in Krain mit *Trigonodus carniolicus* Bitt.

Über der kohlenführenden Schicht folgt in der Triasaufwölbung von Lastva ein bunter Wechsel von grauen, rötlichen und gelben, teils plattigen, teils gröber geschichteten, von dünnen roten und grünen tonigen Zwischenlagen durchsetzten Kalken und untergeordneten hellfarbigen, körnigen Dolomiten, mit welcher, besonders in der Rišahovina-Lehne an der Ostgrenze von Lastva durch Steinbrüche gut aufgeschlossenen Schichtenreihe die Karnische Stufe nach oben abschließt.

Der weiter aufwärts folgende, den äußeren Mantel der Aufwölbung der Trias bildende und in den Umrahmungshängen des Fensters hoch hinaufreichende Dolomit entspricht nach G. v. Bukowski dem Hauptdolomit der Norischen Stufe. Er ist von grauer oder gelber, verwittert fast weißer Farbe, zumeist brockig und leicht in Grus zerfallend, körnig oder auch dicht, mergelig und fast durchwegs gut geschichtet. Die aus seinem Schutt hervorbrechenden, aber aus dem ihn unterlagernden Kalkkommenden Quellen bei Lastva setzen Kalktuff ab, welcher das Dolomitbrockenwerk stellenweise durchtränkt und überrindet, wodurch eigentümliche Breccien entstehen. Diese oberste Triasstufe ist über 200 m mächtig

und beeinflußt durch die schüttigen Lehnen und welligen Verwitterungsformen des mergeligen Dolomites wesentlich das Landschaftsbild des Lastva- und des Sušicatales. Die den Dolomit bedeckenden, die Plateauhöhen von Klobuk im Norden und Orahovac im Süden einnehmenden Kalke gehören schon dem Jura (Lithiotiskalke) und der Kreide an.

Die kohlenführenden Raibler Schichten des beschriebenen Triasfensters ziehen als schmales Band von der Kapetanović-Mühle westwärts um das Rujevo brdo (525 m) herum gegen Mahala und weiter bis in die Nähe der Einmündung der Jažina in die Sušica. Von hier nach Osten zum Močilatal und auf der Südseite des Visočnikberges (617 m) ist die kohlenführende Schicht nur undeutlich zu verfolgen. Am besten aufgeschlossen ist sie im Jažinatale. Die Kohle bildet in ihr nur Schmitze oder flach linsenförmige Einlagerungen von höchstens 20 cm Einzelmächtigkeit. Bei der Kapetanović-Mühle, wo der Flözausbiß angeschürft wurde, weist er nebst etlichen fingerstarken Schmitzen drei stärkere Kohlenlagen von 7, 12 und 20 cm Mächtigkeit auf, die durch 30 bis 70 cm starke Zwischenmittel voneinander getrennt sind. An anderen Stellen ist das Verhältnis zwischen Kohle und Taubem noch ungünstiger. Da die Ausbisse jedoch dem steil aufgerichteten Kerne der Triasaufwölbung angehören, während in den Außenflügeln die Lagerung flacher wird, könnte immerhin mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß in diesen Außenflügeln alle Schichten weniger gestreckt und somit auch die Kohlenbänke mächtiger angetroffen werden könnten, ungefähr so, wie es das Profil Abb. 6 veranschaulicht. Da diese supponierten mächtigeren kohlenführenden Schichten mehr oder weniger tief unter der Talsohle liegen und da ferner bei der ganzen Art der Flözentwicklung im Raibler Horizont für die Erschließung abbaufähiger Kohlenlager sonderlich günstige Aussichten überhaupt nicht bestehen, hätte ein auf der ange deuteten Grundlage basierender Schurfversuch (A in Abb. 6) zunächst mehr theoretisches als praktisches Interesse, zumal die Lastvakohle, zumindest die Ausbißkohle, von geringer Qualität ist.

Sie ist von braunschwarzer Farbe und mattem Glanze, leicht zerbröckelnd und durch taube Beimengungen derart verunreinigt, daß sie am verwitterten Ausbiß eine sandig-mulmige Masse bildet. Durchwegs mulmig ist sie aber nicht, da in einem Garten bei Mahala öfters nussgrosse Stücke

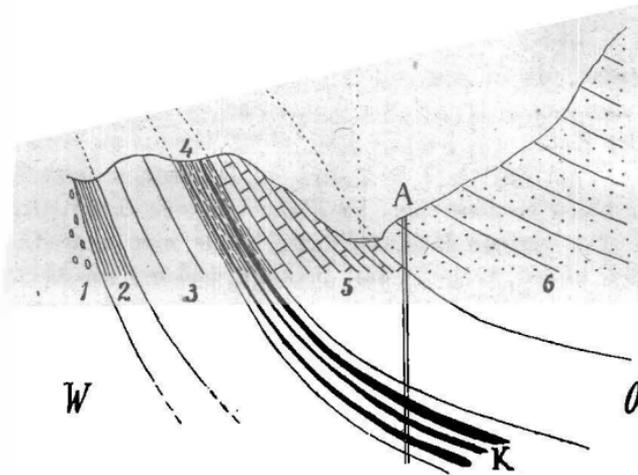


Abb. 6. Profil durch den östlichen Flügel der kohlenführenden Triasaufwölbung von Lastva. 1 = Kalk mit Kieselknollen. 2 = Daonellenmergel. 3 = Bituminöser Kalkstein. 4 = Hochbituminöser Mergel mit Kohlenbänken. 5 = Bunte Kalke . zum Teile dolomitisch. 6 = Dolomit. K = Kohle. A = Aufschlußeinbau (Bohrloch, eventuell Schacht).

ausgegraben werden. Bei braunem Strich färbt die Kohle kalte und kochende Kalilauge zwar nur schwach braun, kann aber doch nicht als Steinkohle bezeichnet werden. Sie entzündet sich ziemlich leicht und brennt mit roter, russender Flamme. Sie ist nicht backend, sondern hinterläßt einen sandigen oder nur schwach gesinterten Entgasungsrückstand.

Eine Elementaranalyse der Kohle des Jažinatales ergab die folgende Zusammensetzung:

Hygroskop. Wasser	23·84 %
Asche	21·05 „
Kohlenstoff.....	33·61 „
Wasserstoff	4·09 „
Sauerstoff und Stickstoff	11·19 „
Verbrennl. Schwefel	6·22 „
	100·00 %

Berechneter Brennwert..... 3514 Kal.

Eine Partialanalyse einer anderen Probe hatte folgendes Ergebnis:

Hygroskop. Wasser	18·40 %
Asche	22·10 „
Schwefel	1·62 „
Brennwert nach Berthier	3174 Kal.

Der unbedeutende Schwefelgehalt dieser Probe ist bemerkenswert, da er nur ein Viertel jenes der Elementaranalyse ausmacht. Im großen ganzen scheint der Schwefelgehalt der Kohle von Lastva zwar nicht besonders groß zu sein, immerhin dürfte er sich aber in Durchschnittsproben merklich höher herausstellen, als in der vorstehenden Partialanalyse. Der geringe Brennwert der Kohle wird wesentlich durch den hohen Aschengehalt bedingt, welcher im großen Durchschnitte leider noch beträchtlicher sein dürfte, als er in den Analysen, welche sich anscheinend auf ausgesuchte Kohlenproben beziehen, ausgewiesen erscheint.

Westlich von Lastva bei Grančarevo donje taucht die Trias unter Jurabildungen unter, welche in mehrfach gestörter Lagerung bis Arslanagića Most anhalten. Sie sind charakterisiert durch Lithiotiskalke,²¹⁾ welche besonders schön bei der Okoquelle (die Trebinje mit Wasser versorgt) am linken und gegenüber in den Straßenlehnen am rechten Ufer der Trebišnjica entwickelt sind. Überlagert werden sie von Mergeln und Kreidekalken, welche in der engeren Umgebung von Trebinje herrschen. Nordöstlich von dieser Stadt steht am Aufstieg gegen Jasen und in dieser Gemeinde selbst in gestörter Lagerung und anscheinend über die Kreide überschoben Dolomit an, welcher petrographisch jenem von Lastva gleicht und möglicherweise ebenfalls einem Triasfenster angehört. Da sich ein unterbrochener Dolomitzug von hier in nordwestlicher Richtung bis gegen Ljubinje verfolgen läßt, schien es möglich, daß das in seinem Bereiche an der Grenze zwischen den Bezirken Bileća und Ljubinje bei Krtinje bekannt gewordene angebliche Kohlenvorkommen eine Analogie jenes von Lastva sein könnte. Es hat sich jedoch herausgestellt, daß es sich hier nicht um Kohle, sondern um hochbituminöse Gasschiefer handelt, die dem Eocän angehören und worüber weiter unten noch einiges bemerkt werden wird.

b) Kreidekohlen.

Wie oben bereits bemerkt wurde, sind in der Juraformation Bosniens und der Hercegovina Kohlenfunde zwar nicht ausgeschlossen, aber bis jetzt nicht sicher erwiesen. (Vgl.

²¹⁾ Katzer: Lithiotiden-Schichten in der Hercegovina. Centralblatt f. Mineralogie etc., 1904, S. 327.

oben Notiz¹⁵.) In der Kreide hingegen sind in verschiedenen Horizonten einige Kohlenvorkommen bekannt geworden, die jedoch zumeist nur aus unbedeutenden Schmitzen bestehen und wahrscheinlich insgesamt ohne bergwirtschaftlichen Wert sind. Noch am ansehnlichsten sind die Vorkommen in der Gegend von Vlasenica.

Eines davon befindet sich zirka 21 km südlich von dieser Bezirksstadt im Gemeindegebiete von **Japaga**, ungefähr 1.5 km südwestlich von Han Pijesak. Es wurde beim Bau der Krivaja-Waldbahn im Taleinschnitte des südlichen Quellbächleins der Pistica aufgedeckt; eine geringe Kohlenmenge wurde damals auch probeweise gewonnen, wobei aber leider ein zur sicheren Beurteilung des Schichtenverbandes der Kohle ausreichender Aufschluß nicht geschaffen wurde.

Vom Süden reichen bis an das besagte, in westlicher Richtung fließende Bächlein Megalodontenkalke der obersten Trias²²) heran, während auf seiner Nordseite graugrüner, plattiger, gepreßter, von weißen Calcitadern durchschwärmter Mergelkalk, zähe Sandsteine und Kalke der Oberkreide anstehen. Diese letzteren Schichten fallen flach nach Nordosten, die Triaskalke auf der Südseite des Baches jedoch nach Südwesten ein, so daß der Taleinschnitt des Baches ungefähr einer Störung entspricht, an welcher die Trias mit dem jüngeren Mesozoikum zusammenstößt. Das fast schwebend lagernde „Flöz“ wurde in der Talsohle bloßgelegt, aber nicht bis zum Liegenden durchörtert und da auch das unmittelbare Hangende durch Schutt verdeckt ist, bleibt es vorläufig etwas ungewiß, ob sich die kohlige Schicht tatsächlich, wie es den Anschein hat, zwischen die Mergel und den Kreidekalk einschaltet und daher der Kreide zugehört, oder der Kreide nur aufliegt und daher jünger (event. tertiär) sein könnte. Verdunkelt werden die Verhältnisse zum Teil auch durch die Grus- und Schotterdecke, welche sich hier, wie überhaupt auf dem ganzen welligen Hochplateau zwischen der Romanija planina und der

²²) In meiner geologischen Übersichtskarte Bosniens und der Hercegovina i. M. 1 : 200.000 I. Sechstelblatt „Sarajevo“ (1907), sind diese Kalke, da damals Fossilien daraus noch nicht bekannt waren, lediglich ihrer äußerlichen Beschaffenheit nach unzutreffenderweise zur Kreide einbezogen worden. Auch ein Teil der weiter nördlich als Kreide kartierten Kalke ist wahrscheinlich noch zur Trias zu zählen. In meiner neuen kleinen Übersichtskarte i. M. 1 : 750.000 ist die betreffende Korrektur durchgeführt.

Kraljevagora, streckenweise auf dem Grundgebirge ausbreitet und es verhüllt. Dieser anerdigen Beimengungen stets mehr oder weniger reiche Schutt besteht, offenbar wegen der Widerstandsfähigkeit dieser Gesteine, überwiegend aus Brocken und Geröllen von Eisenkiesel und Halbjaspis (Radiolarit) und füllt nicht nur Aushöhlungen und Taschen des Kalksteines vollkommen aus, sondern breitet sich über den unterirdischen Kalkschratten zuweilen selbst mehrere Meter tief aus, so daß nur in Talfurchen oder in zufälligen Aufschlüssen, wie sie bei dem besagten Bahnbau vorkamen, das unter ihm verborgene Grundgebirge wahrgenommen werden kann. Bei Japaga ist diese Schuttdecke stellenweise besonders mächtig. So bot sich an der Pistica, unterhalb der Mitrovići-Häuser, das in Abb. 7 dargestellte Bild. Die Höhe vom Rasen zur Sohle des

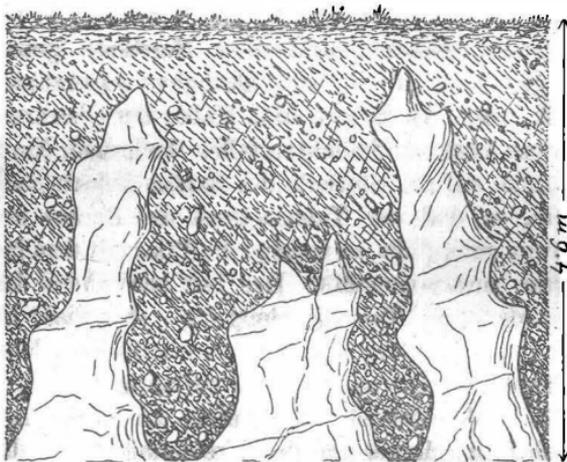


Abb. 7. Geologische Orgeln, bzw. Ausfüllung von Ausfurchungen und Taschen zwischen Kalkschratten und Bedeckung dieser Grate durch diluvialen kieseligen Schutt. Aufschluß an der Pistica nahe des Riedes Nižbare bei Japaga.

Aufschlusses betrug 4-60 m, ohne daß der Boden der Ausfurchungen zwischen den Kalkgraten erreicht worden wäre. Die stark abgerundete, häufig vollkommen kugelige Form der Gerölle zeugt für die anhaltende Abscheuerung durch fließendes oder wirbelndes Wasser. Es ist wohl außer Zweifel, daß es die Schmelzwässer der ausgedehnten älteren Vergletscherung Bosniens waren, die über das heute

so wasserarme Hochplateau strömten.²⁸⁾ Bemerkenswert ist, daß die Kalke im Untergrund der Schuttdecke bei Japaga öfters eine mehlkalkartige Beschaffenheit aufweisen, d. h. bei unveränderter chemischer Zusammensetzung kreideähnliches Aussehen annehmen, lufttrocken stark an der Zunge kleben und sich leicht in Mehl zerdrücken lassen, durchfeuchtet aber zu einer nichtplastischen knetbaren Masse werden. Vermutlich ist diese Veränderung des Kalksteines, von welcher die Schalen der in ihm eingeschlossenen Fossilien nicht in gleicher Weise betroffen wurden, das Ergebnis einer lang anhaltenden Durchtränkung des Gesteines mit organischer Säure und Kohlensäure haltigem Wasser. Auch das würde beweisen, daß das gegenwärtig stark verkarstete Kalkhochplateau noch im Quartärbeginn reich bewässert war.

Die kohlenführende Ablagerung von Japaga besteht aus grau-gelbem, eisenschüssigem, sich durchfeuchtet in kalkigen Lehm auflösendem Mergel, welcher eine Bank von bituminösem Letten bedeckt, dessen untere Partie das Flöz einnimmt. Die Lettenbank schwillt in der Richtung von Nordwest gegen Südost an und in gleicher Weise wächst auch die Mächtigkeit der Kohle von zirka 40 cm auf mehr als 1 m an. Es scheint demnach, daß die kohlenführende Schicht entweder eine im Verflachen auskeilende Randbildung der Kreide ist, oder ein linsenförmiges Lager von beschränkter räumlicher Ausdehnung bildet. Die Kohle kann als durch erdige Beimengungen stark verunreinigte Moorkohle

²⁸⁾ Daß Bosnien und die Hercegovina eine ausgedehntere diluviale Vergletscherung erfahren haben, als den Gehängekaren der heutigen Hochgebirge entspricht, habe ich seit 1900 wiederholt (u. a. auch an mehreren Stellen des im „Berg- und Hüttenm. Jahrbuch“ 1910 erschienenen Abhandlung über die Eisenerzlagertstätten Bosniens) betont. Kürzlich (Glas Srpske kral. Akademie, 91. u. 93. Bd., 1914) hat nun J. Cvijić eine sehr ausgebreitete ältere Vergletscherung des albanesisch-montenegrinischen Berggebietes von den Prokletije bis zum Durmitor nachgewiesen, die natürlich an der hercegovinischen Grenze nicht Halt gemacht hat, wie ja übrigens auch schon aus v. Sawickis Darlegungen über die Vergletscherung des Orjen (1911) hervorgeht. Damit erledigt sich die Behauptung A. Grunds (Petermanns Geograph. Mitteilg. 1912, II., S. 205), daß eine ältere ausgedehnte Vergletscherung Bosniens und der Hercegovina ein reines Phantasiegebilde sei. Über Cvijić's wichtige Arbeit habe ich in Petermanns Geograph. Mitteilungen 1915, II, S. 439, näher berichtet.

bezeichnet werden und ist demgemäß von geringer Qualität. Durchfeuchtet, wie sie von dem in der Bachsole befindlichen Ausbiss entnommen werden konnte, ist sie von derbem Aussehen und fast schwarzer Farbe; lufttrocken wird sie braun, rissig und zerfällt schließlich in flache, eben brechende Brocken. Der Strich der Kohle ist braun und kalte Kalilauge wird von ihr sogleich dunkelbraun gefärbt. Übertrocknet entzündet sie sich verhältnismäßig leicht und brennt mit leuchtender Flamme unter Hinterlassung von viel rötlich-grauer Asche.

Immediatanalysen:

- a) einer mehrere Tage an der Luft gelegenen, rissig gewordenen Kohlenprobe;
 b) einer bei 110° C. getrockneten, brockig zerfallenen Probe
 ergaben die folgenden Resultate:

	a)	b)
Wasser	52.35 %	19.27 %
Asche	28.66 „	49.12 „
Entgasungsrückstand		
(aschefrei)	9.20 „	20.05 „
Flüchtig	9.79 „	11.56 „
	100.00 %	100.00 %

Heizwert nach Berthier2370 Kal.

Mit Rücksicht auf die durch diese Analysen erwiesene Minderwertigkeit der Kohle sowie auf die unbedeutende Ausdehnung des Vorkommens wurde trotz seiner günstigen Lage unmittelbar an der Bahn von seiner bergmännischen Untersuchung Abstand genommen.

Anschließend sei bemerkt, daß vor einigen Jahren der Ausbiß eines dem von Japaga analogen Kohlenvorkommens gelegentlich der Waldarbeiten im Banja Luka-Riede südlich vom Vranjkamen (T. P. 1313 m, südöstlich von Vlasenica) entblößt worden sein soll. Sicheres konnte darüber aber nicht ermittelt werden.

Ein anderes der Kreide angehöriges Kohlenvorkommen des Bezirkes Vlasenica befindet sich in der Gemeinde **Grabovica** (nordwestlich von Vlasenica) einige Kilometer westlich von den oben besprochenen Kohlenschmitzchen im Perm beim Hodžin gaj.

In dieser Gegend wird das Palaeozoikum unmittelbar von transgredierender Kreide bedeckt, deren liegendste Schichten aus dichten, grauen oder roten Kalksteinen zu bestehen pflegen, auf welchen teils bunte, teils grüngraue knollige, meist gut gebankte Kalksteine liegen, die häufig mit Nerineen und Caprinen völlig erfüllt sind. Es pflegt dann eine wenig mächtige Stufe von grobem Sandstein mit so reichlichem kalkigem oder mergeligem Bindemittel zu folgen, daß man füglich von sandigem Mergelkalk sprechen könnte, welcher nach aufwärts in dichte tonige Mergel übergeht, worauf zu oberst hellgelbliche oder weiße, öfters körnige Hippuritenkalke folgen. Ob in den liegendsten Schichten dieser Reihe die Unterkreide mitvertreten ist, läßt sich nach petrographischen Analogien mit der Unterkreide von Kladanj-Olovo zwar vermuten, ist jedoch faunistisch noch nicht erwiesen. Der weitaus größte Teil der Schichtenreihe gehört indessen zweifellos der oberen Kreide (Cenoman bis Senon) an.

In der mittleren Partie dieser Schichtenreihe, u. zw. anscheinend im Horizonte der sandigen Mergel, was mangels an ausreichenden natürlichen Aufschlüssen nicht sicher entschieden werden kann, ist südlich von den Bešići- und Ombravići-Häusern (der Gemeinde Grabovica) ein Kohlenflöz eingeschaltet, welches von Tonmergel und Letten begleitet wird. Die Tonmergel sind von lichtgrauer oder gelblicher Farbe, am Tage zu tiefem Lehm aufgelöst, und lassen im Schlämmrückstand spärliche Foraminiferen erkennen. Sie bilden sowohl das Liegende als auch das Hangende der beiläufig 3m mächtigen, brockig-mulmigen, braunen bis schwarzen Lettenschicht, die wahrscheinlich von Kohlenschiefer mit einigen Kohlenschmitzen oder dünnen Kohlenlagen durchzogen wird. Denn wiewohl am verwitterten Ausbisse die ganze kohlige Lettenschicht ein einziges Kohlenflöz vortäuscht, haben sich alle daraus entnommenen und untersuchten Kohlenproben lediglich als aus bituminösem Letten mit Kohlenschiefergereißel und etwas mooriger Kohle bestehend erwiesen. Es müßte unbedingt ein tieferer Einbau unternommen werden, um vielleicht bessere Kohle zu erschließen. Das Gelände ist für Beröschungen und eventuelle stollenmäßige Einbaue günstig.

Alle sonstigen bis jetzt bekannt gewordenen Kohlenvorkommen der Kreideformation Bosniens und der Herego-

vina sind montanistisch bedeutungslos und besitzen nur wissenschaftliches Interesse. So wurde gelegentlich des Eisenbahnbaues bei Ra v n o a m Popovo polje in der Hercegovina (südöstlich von Mostar) beim Kilometer 225-6 ein Schmitz lignitischer Braunkohle angefahren.²⁴⁾ Es war lediglich ein auf 3 bis 4 cm Dicke plattgedrückter, etwa 2m langer Baumstamm, der nur von spärlichem grüngrauem Mergel umhüllt, zwischen zwei Bänken des wohlgeschichteten, regelmäßig nach Nordosten einfallenden dichten splitterigen Kreidekalkes eingeschlossen lag. Die Rinde des Stammes war rostbraun, dünnschuppig abblättern, die innere Holzmasse vollkommen verkohlt, schwarzbraun am Längsbruche flaserig, am Querbruche glanzkohlenartig. Eine nähere Untersuchung wurde zwar nicht vorgenommen, jedoch ist kaum zu zweifeln, daß es sich um einen Koniferenstamm handelte. Es muß also zur Kreidezeit die Möglichkeit der Einschwemmung von Baumstämmen von einem waldtragenden Festlande in das Meer, welches damals die Hercegovina bedeckte, bestanden haben. Wo sich dieses Festland befand, kann kaum vermutet werden, wenn wir auch annehmen können, daß Mittel- und Südostbosnien, ungefähr südlich von der Linie Travnik—Sarajevo—Rogatica, zur Kreidezeit Festland gewesen sind.

Ähnliche Funde von verkohlten Stammstücken sollen inmitten des Kreidekalkes auch bei Metković und bei Nevesinje gelegentlich von Wegebauten gemacht worden sein. Andere unbedeutende Kohlenausbisse werden vom Nordostrande des Popovo korito, wie die vom Veliki Svitavac (1528 m), Štirovnik (1650 m), Mali Štirovnik (1722 m) und Velika Šiljevica eingeschlossene Senke südöstlich von Grab (bzw. Trebinje) genannt wird, angegeben, u. zw. östlich von der Häusergruppe Popovčica, ferner zwischen Ive und Kupjenovac. Desgleichen sollen Kohlennester im Kalk am Ostrande des Beckens von Ubli (nordöstlich von Grab) in der Nähe des Koprivni dol vorhanden sein. Da Näheres darüber noch nicht ermittelt werden konnte, bleibt es vorläufig ungewiß, sowohl ob alle diese Vorkommen tatsächlich der Kreide angehören, als auch ob es sich hier ebenfalls nur um Einschlüsse vereinzelter verkohlter Holzstücke im Kalkstein handelt.

²⁴⁾ Katzer: Geologischer Führer durch Bosnien und die Hercegovina. Sarajevo, 1903, S. 256.

Daß letzteres nicht überall der Fall ist, ergibt sich z. B. aus dem Vorkommen von dünnen Schmitzchen einer spröden Glanzkohle von samtschwarzer Farbe, aber braunem Striche, in mergeligen Plattenkalken bei D u ži in der Hercegovina (nordöstlich von Ragusa). Die zwischen Hum, Ljubovo und Poljice (südwestlich von Trebinje) recht anhaltende Zone dieser häufig abwechselnd dunkeln und hellen, die strandnahe, von Ebbe und Flut ständig beeinflusste Entstehung beweisenden, papierdünnen Lagen zusammengesetzten Plattenkalke bietet einen guten Gliederungshorizont für die sonst ermüdend monotonen Kreidekalkmassen des südhercegovinischen Karstlandes, u. zw. nicht nur petrographisch, sondern auch dadurch, daß diese Plattenkalke stellenweise Pflanzenreste und Fischabdrücke enthalten, die mit Arten von Lesina übereinzustimmen scheinen, so daß man wohl die ganze Zone zur Unterkreide (Aptien, bzw. oberes Neokom²⁵) stellen darf.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß dem gleichen Horizont auch ein bereits im Jahre 1880 von A. Bittner²⁶) erwähntes, gelegentlich der Grundgrabung für eine Zisterne in Bileća (in der Hercegovina nahe der montenegrinischen Grenze) angefahrenes Kohlenflözchen angehört, von welchem angegeben wird, daß es, begleitet von grauem, bituminösem Mergelkalk, in plattigen, mergeligen Kalken eingeschaltet war. Diese dürften den Fischschiefern entsprechen, die nördlich nächst der Stadt bei Selišće anstehen und auch weiter westlich und südwestlich entwickelt sind.

Das besagte Flözchen von Bileća bestand aus einigen Schmitzchen einer (angeblich harzhältigen) backenden Glanzkohle mit braunem Strich. Die Partialanalyse der Kohle ergab:

Wasser.....	9.0 %
Asche	10.0 %
Brennwert.....	4813 Kal.

²⁵) Diese Altersdeutung stammt von Fr. Bassani (Verhdlg. d. Geolog. Reichsanst. Wien, 1879, S. 162, u. Denkschriften d. kais. Akad. Wien, math.-naturw. Kl., 45. Bd., 1883) und wurde ursprünglich (1881) auch von K. Gorjanović-Kramberger akzeptiert, welcher aber später (1895) die Fischschiefer von Lesina zum Cenoman stellte. R. Schubert (Steinmann-Wilckens: Handbuch d. Region. Geologie, V., 1 a, 1914, S. 31) deutet neuestens an, daß sie vielleicht mit den tithonischen Lemesch-schiefern zu parallelisieren sein könnten.

²⁶) E. v. Mojsisovics, E. Tietze u. A. Bittner: Grundlinien etc. L. c. Wien, 1880, S. 234 u. 260.

Praktisch sind diese und analoge Kohlenschmitzen der unteren Kreide allerdings vollkommen belanglos.

Der Kreide scheint auch ein geringfügiges Kohlenvorkommen anzugehören, welches in der Gemeinde Brestovo auf der rechten Seite der Ukrina (südöstlich von Prnjavor), ziemlich genau östlich vom T. Pt. Radića brdo (235 m), in der tiefen Furche des Tudjinabaches bloßgelegt wurde. Tudjinac heißt der Abfluß der Schwefelquelle Smrdac nach seiner Vereinigung mit dem östlicheren Ločanicabache. In dem von diesen Bächen durchzogenen Gebiete lehnt sich an den Serpentin, welcher den westlichen Teil der Krnin planina zwischen der Kleinen und Großen Ukrina aufbaut, eine Schichtenreihe von Kreidehabitus an, bestehend aus einem Wechsel von Hornsteinknauer und Radiolaritbänder einschließendem Mergelkalk mit grau-grünen sandigen Schiefen und öfters in Konglomerate übergehenden, teils grauweißen, teils roten Sandsteinen. In dieser Schichtenreihe hat sich der Tudjinac eine tiefe Rinne erodiert; an deren Sohle, im Sandstein eingelagert, ein etwa 8 cm mächtiges Kohlenflözchen zum Vorschein kam. Es scheint nur ein einzelner plattgedrückter verkohlter Baumstamm gewesen zu sein, weil die bei der Besichtigung des inzwischen verrollten Ausbisses vorgefundenen Kohlenstücke aus Lignit mit vollkommen erhaltener Holzstruktur bestanden und nach Angabe der Anrainer die ganze Kohlenplatte nicht von einer Tallehne zur anderen gereicht, sondern nur etwa 2 m lang gewesen und aus drei Stücken bestanden haben soll. Jedenfalls ist weder im Tudjinacgraben, noch im Bereiche der ihm benachbarten Kreideerstreckung irgend ein Anzeichen einer mächtigeren Kohlenführung wahrzunehmen.

III.

Kohlenvorkommen des Känozoikums.

Von den beiden Formationen des Känozoikums, Tertiär und Quartär, ist die erstere in allen ihren Stockwerken, Eozän, Oligozän, Miozän und Pliozän, in Bosnien-Herzegovina kohleführend, wobei die Kohle im allgemeinen von den älteren zu den jüngeren an Qualität abnimmt. Das größte Kohlenvermögen gehört dem Oligomiozän und dem Pliozän an, während die Kohlenvorkommen des Eozäns, gleich den Kohlen der mesozoischen und paläozoischen

Formationen, nur von untergeordneter oder ohne bergwirtschaftliche Bedeutung sind.

a) Eozänkohlen.

Das namhafteste Vorkommen von Kohle im Eozän befindet sich in Bosnien in der **Majevisa**.

Dieser ansehnlichewaldreiche Gebirgszug Nordostbosniens, der sich wie ein mächtiger Wall zwischen der Saveebene und dem Innern des Landes erhebt, besitzt nur in seinem mittleren Abschnitte im Norden von Tuzla den Charakter eines Kammgebirges mit den Hochpunkten: Stolice (916 m) im östlichen, Nišanj (843 m) im mittleren und Okresanica (815 m) im westlichen Abschnitte, während er an beiden Enden in ein unregelmäßig gegliedertes Bergland übergeht, das sich einerseits gegen die Drina, andererseits gegen die Tinja ziemlich rasch herabsenkt. Die Ausformung des mittleren Kammes des Gebirges ist durch beiderseitige Einbrüche bedingt: im Norden durch die Senke von Drijenča—Šibošica—Navioći, im Süden durch den großen Hauptbruch, welcher den Majevisa-Horst gegen den Graben von Tuzla begrenzt.

Die Majevisa wird ganz vorzugsweise aus Eozän-schichten aufgebaut; einzelne überschobene Schollen von Jurakalk (Aptychenkalk) und jüngere, namentlich mittelmiozäne Auflagerungen, nebst stellenweise aufsetzenden Eruptivmassen (Diabas, Gabbro, Serpentin) gestalten indessen den geologischen Aufbau des Gebirges mannigfaltig.²⁷⁾ Das Eozän ist in der Kammregion der Majevisa sehr stark, in der nördlichen Abdachung mäßiger, aber immer noch beträchtlich gestört, ebenso im Süden, wo es an der besagten Hauptbruchlinie zur Tiefe abgesunken ist und von der jungtertiären Decke verhüllt wird, unter welcher es nur stellenweise zu Tage tritt.

Im allgemeinen kann das Majevisa-Eozän in drei Abteilungen gegliedert werden, welche trotz des durchgreifenden sogenannten „Flyscharakters“, der sich wesentlich in einer unzähligemal wiederholten Wechsellagerung von Schiefer und Sandsteinbänken äußert, durch das Überwiegen einzelner Gesteine gekennzeichnet sind: unten herrschen nämlich Schiefer vor, die Mitte ist mergelreich und oben überwiegen bei weitem Sandsteine. Eigentliche geologische

²⁷⁾ Vgl. Katzer: „Führer“. L. c. S. 66 ff. — Zentralblatt f. Mineral., Geol. etc. 1900, S. 218.

Stufen bilden diese drei Abteilungen jedoch nicht, sondern sie durchsetzen sich öfters, oder schwellen eine auf Kosten der anderen an. Immerhin ist der hervorstechende petrographische Charakter der Liegend- und der Hangendpartie relativ konstant, so daß sie sich im großen ziemlich deutlich von der mittleren Partie trennen lassen, in welcher ein bunter Gesteinswechsel stattzufinden pflegt, bewirkt sowohl durch sandige als auch namentlich durch kalkige Einlagerungen, welche die Mergel zuweilen fast völlig verdrängen können. Dazu kommen dann noch Kohlenbänke, die fast ausschließlich in dieser mergeligen Schichtengruppe auftreten. Diese hat auch bisher, abgesehen von Fucoiden u. dgl., die sich auch in der tieferen und höheren Gruppe finden, allein Fossilien geliefert, welche durch P. Oppenheim eine treffliche Bearbeitung erfahren haben.²⁶⁾ Sie verweisen nach Ansicht dieses ausgezeichneten Forschers durchwegs auf Mitteleozän. Ob und inwieweit in den Eozänbildungen der Majevisa auch das Untereozän und Obereozän vertreten sind, läßt sich heute noch nicht sicher entscheiden.

Bemerkenswert ist, daß die Zonen des raschen Gesteinswechsels im Majevisaeozän zugleich Zonen der heftigsten Schichtenstörungen sind. Diese Erscheinung ist der offensichtliche Ausdruck des verschiedenen Verhaltens der Schichten gegenüber den tektonischen Einwirkungen. Ungleichartige Schichtengruppen geben dem Gebirgsdrucke leichter nach als gleichartige. Deshalb ist z. B. der in der Hangendpartie des Eozäns vorkommende feinkörnige, zähe, meist sehr grob gebankte Quarzsandstein, welcher nur spärliche schieferige Einschaltungen enthält, überall wo er mächtig entwickelt ist, wie z. B. nördlich von Lopari und Šibošica, nur schwach gefaltet, allerdings aber von Verwerfungen durchsetzt, an welchen die einzelnen Schollen nicht unbeträchtlich gegen einander verschoben zu sein pflegen. Ebenso sind die festen, oft dolomitischen Mergel- und Tonschiefer, wo sie eine anhaltendere Schichtenreihe bilden, wie z. B. beim Ristin Han oder bei Kolimir, gewöhnlich nur mäßig gefaltet, weil sie dem tektonischen Schube einen gleichmäßigen Widerstand entgegensetzten. Dort hingegen, wo

²⁶⁾ Über einige alttertiäre Faunen der österreichisch-ungarischen Monarchie. Beiträge zur Paläontol. Österreich-Ungarns, XIII., Wien, 1900, S. 146, spez. 191 ff. (Mit 9 Tafeln.)

ein rascher Gesteinswechsel stattfindet und demzufolge der Widerstand gegen die Schubwirkung in den einzelnen Gesteinspartien sehr verschieden war, konnte leichter eine Zusammenstauchung der Schichten Platz greifen. Da die Kohleneinschaltungen an diese letzteren Eozänpartien gebunden sind und von allen Stauchungen und sonstigen Störungen mitbetroffen wurden, besitzen sie durchwegs ein steiles bis kopfständiges Einfallen, sind häufig schieferig und weisen vielfache Verdrücke und Zerreißen auf, wodurch natürlich ihr bergwirtschaftlicher Wert, abgesehen von anderen, weiter unten noch zu erwähnenden Momenten, ungünstig beeinflusst wird.

Die Kohlenbänke werden stets entweder von Mergel oder von Schieferthon begleitet, selbst wenn es nur als Besteg wäre, welcher die Kohle vom Nebengestein trennt, wie es namentlich bei Einschaltungen der Kohle zwischen Sandsteinbänken öfters vorkommt. (Vgl. Abb. 13.) Stärkere Kohlenbänke sind jedoch nur in den mächtigeren Schieferthon- und Mergelpartien entwickelt, insbesondere wenn diese selbst bituminös, kohlig und versteinierungsführend sind oder von fossilienreichen bituminösen Kalkstraten begleitet werden, was in genetischer Beziehung bemerkenswert ist.

Denn die Fossilien sind fast durchwegs marine Seichtwassertypen mit wenig ausgeprägtem Brackwassereinschlag und ganz untergeordnet Tiefwasserformen, wodurch die Entstehung der Ablagerung in einer versandeten und verschlammten Meeresbucht erwiesen ist. Einen der großen Anzahl der Kohlenflöze entsprechenden oftmaligen Wechsel zwischen Meer und Festland anzunehmen, ist unnötig, weil die Flözbildung durch periodische, die normale Sedimentation gewissermaßen unterbrechende Anhäufungen von Sapropelmassen in der flachen Meeresbucht ausreichend erklärt wird. Hierin beruht ein wesentlicher Unterschied gegenüber z. B. der Eozänkohle des Gebirges von Glina, südöstlich von Karlstadt in Kroatien, die nach E. Tietze (Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst. 1872) reinen Süßwasserbildungen mit *Planorbis*, *Melania* und *Paludinella* angehört, mit welchen dort das Eozän beginnt. Hier ging also die Kohlenbildung auf dem Festlande vor sich, bevor der Einbruch des Eozänmeeres erfolgte, während in der Majevisa im Gegenteil die Kohlenbildung erst einsetzte und sich temporär wiederholte, nachdem sich bereits verschiedene sandige und kalkige Sedimente am Grunde der

Meeresbucht abgelagert hatten. Jedenfalls kann das Vorkommen von Kohlen im Majevicaeozän nicht als Beweis für eine mitteleozäne Transgression geltend gemacht werden, sondern es beweist lediglich, daß innerhalb einer gewissen, wesentlich dem Mitteleozän entsprechenden Bildungsperiode in der marinen Strandzone, völlig analog wie bei sonstigen paralischen Kohlenablagerungen, temporär Änderungen der Sedimentationsbedingungen stattfanden.

Welcher Art diese Änderungen waren, erhellt am besten aus dem Gesteinswechsel in der kohlenführenden Zone, wie er durch die Profile Abb. 8 bis 14 veranschaulicht wird. Diese Profile sind schon vor 12 bis 15 Jahren aufgenommen worden, als die Aufschlüsse, welche durch die damals erst kurz vorher eingestellten ausgedehnten Schürfungen geschaffen worden waren, noch frisch waren. In den Talfurchen der Bäche sind übrigens auch gegenwärtig gute Aufschlüsse vorhanden; entlang der Straße sind sie allerdings zum Teil verwachsen und öfters durch Rutschungen unterbrochen. Man ersieht aus den Profilen, daß der Schichtenverband der Kohlenflöze äußerst wechselnd ist, denn einmal haben die das Flöz einschließenden Mergel oder Schiefertone im Liegenden Sandstein und Kalkbänke im Hangenden, ein andermal umgekehrt; oder das Flöz liegt zwischen Schiefertone- und Kalksteinschichten oder zwischen Sandstein- und Kalkstraten; oder es liegt zwischen Kalkbänken oder inmitten von Sandsteinbänken. (Abb. 13.) Diese Unregelmäßigkeit in der Schichtenfolge zeigt aber auch keine Übereinstimmung in unweit voneinander geführten parallelen Profilen, wie z. B. die sich an die Antiklinale des Veseljnovacgrabens anschließenden Partien der beiden Profile Abb. 9 und 10, deren Entfernung voneinander in der Natur bloß 250 m beträgt, klar zeigen. Es ist dies eine Folge des Umstandes, daß die einzelnen Gesteinsbänke ein gleichmäßiges streichendes Anhalten nicht besitzen, sondern linsenförmig anschwellen und auskeilen, bzw. fingerförmig ineinandergreifen und daher an verschiedenen Stellen ihrer Längserstreckung sehr verschiedene Profile ergeben können. Daferner noch Störungen, namentlich Horizontalverschiebungen einzelner Schollen hinzukommen, so erhellt daraus, wie schwierig sich die Identifikation der Flöze in einzelnen Fällen gestalten muß und daß nur die unmittelbaren Begleitschichten der Kohle einen gewissen Anhalt für ihre Durchführung bieten

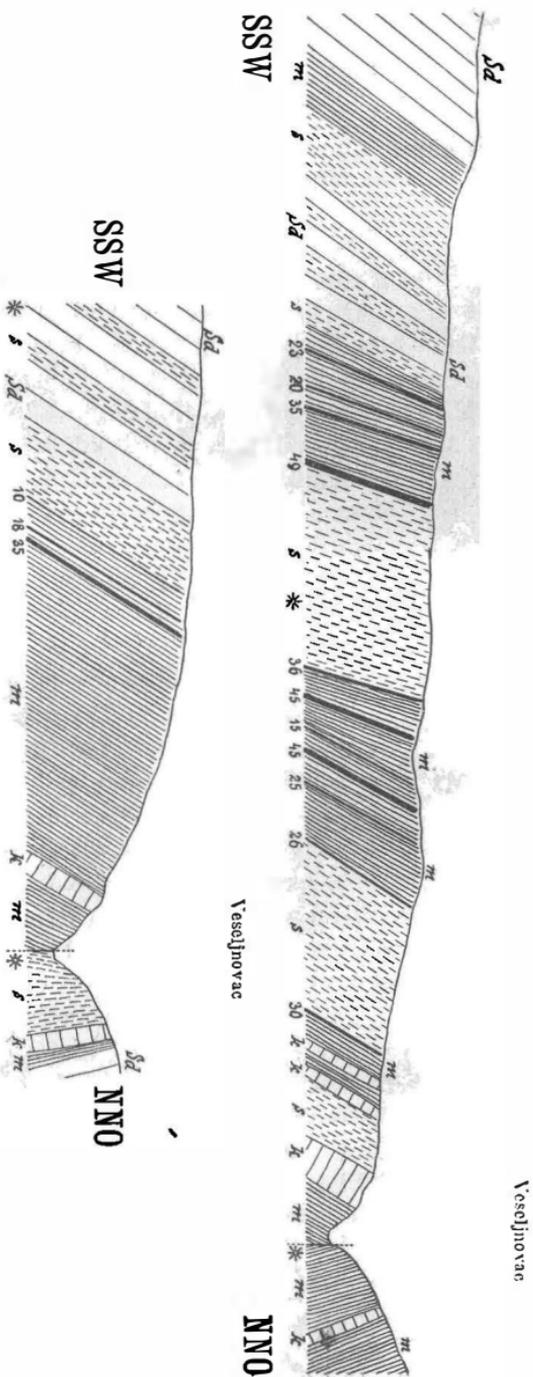


Abb. 9 und 10: Profile des kohleführenden Majevica-Eozäns im Einschnitte des Modrašnica potok (Abb. 9 oben) und im etwas östlicher gelegenen Plečni vis-Graben (Abb. 10 unten). Beide Profile sind maßstäblich (ungefähr 1 : 3000 d. N.) gezeichnet. Die Profilpartien zwischen den beiden Sternchen entsprechen einander, woraus die rasche Änderung der Flözführung schon auf kurze Distanzen ersichtlich ist, da beide Profile in der Natur nur 250 m voneinander entfernt sind. *s* = Flyschige Ausbildung mit überwiegendem Schieferen. *m* = Desgleichen, jedoch mit vorherrschenden Mergeln und Merfelschiefern. *k* = Kalkbänke, fossilienführend. *Sd* = Sandstein. Die Kohlenbänke und Schmitze sind durch Zahlen bezeichnet, welche ihre Mächtigkeit in Zentimetern angeben.

können. Soweit dies betreffende Untersuchungen vorgenommen wurden, hat sich ergeben, daß die petrographischen Merkmale der Begleitschichten konstanter sind als die paläontologischen, die höchstens eine Charakteristik gewisser Flözgruppen ermöglichen dürften. So scheinen *Cerithium subfunatum* Opph., *Cerith. imperiale* Opph., *Cerith. pontificale* Opph., *Cerith. delphinus* Opph., große *Cyrthereen* und *Crassatellen* (noch nicht bestimmt), *Chama tuzlana* Opph. und *Melanatria Cuvieri* Desh.²⁹⁾ zwar auf die Begleitmergel der liegendsten Flöze beschränkt zu sein, kommen aber sowohl im Liegenden als auch im Hangenden dieser unteren Kohlenbänke vor. In den Begleitschichten der höheren Kohlenflöze sind am häufigsten: *Modiola corrugata* Bgt., *Cardita* cf. *imbricata* Lam., *Lucina saxorum* Lam., *Chama bosniaca* Opph. und *Natica Vulcani* Bgt. Manche bituminöse Kalkbänke bestehen ausschließlich aus Anhäufungen von Bruchstücken und Gereibsel von Muschelschalen, andere enthalten eine Überfülle von Cerithien oder zerpreßten Modiolen, Carditen u. a., nebst *Alveolinen*, die aber zuweilen auch allein ganze Lagen bilden. In allen kalkigen und mergeligen Begleitschichten der Kohle kommt einzeln oder nesterweise in Menge *Cerith. (Batillaria) Katzeri* Opph. vor, welches überhaupt das verbreitetste und charakteristischste Fossil des Majevicaeozäns ist.

Die kohlenführenden Schichten treten in der Majevica in zwei Zügen auf, von welchen der eine südlich, der andere nördlich von der mittleren Kammpartie gelegen ist, was durch den Faltenbau des Gebirges bedingt ist. Der südliche Zug läßt sich von Goduš und Rožanj, östlich von dem oben erwähnten Hochgipfel Stolice (916 m), in nordwestlicher Richtung in das Nišanjgebiet auf fast 16 km Erstreckung verfolgen; der nördliche streicht im Norden von Šibošica von Brusnica über Lukavica Donja gegen den Südabfall des Vjeternik (705 m) und weiter nordwestwärts über die Rakička und Maočka rijeka hinaus. Er ist überall durch den charakteristischen raschen Gesteinswechsel und die Fossilienführung gekennzeichnet, hat sich aber bisher nur im Šibošicatalen und bei Miladići in unbedeutender Weise kohlenführend erwiesen. Beide Züge werden durch die Senke von Lopari—Mačkovac—

²⁹⁾ Meist etwas plumper als das von Oppenheim l. c., Tafel XV, Fig 13, 14, abgebildete Exemplar.

Navioći—Drijenča—Humei voneinandergeschieden, die ausgefüllt ist mit roten und grauen mürben Konglomeraten, Sandsteinen und Mergeln, wozu sich auch gelbe Plattenkalke gesellen, welche Gesteinsreihe bisher zur Gänze zum marinen Oligozän einbezogen wurde, aber, wie sich neuerdings herausgestellt hat, auch limnische Bildungen in etwas größerem Umfange mitumfaßt, als auf meinem geologischen Formationsumrißblatte 1 „Tuzla“ (1 : 75.000) dargestellt erscheint. Diese terrogenen Süßwasserablagerungen bilden die westliche Fortsetzung des kohlenführenden Oligomiozän von Ugljevik-Priboj und die nahe des Majevicakammes gelegenen Kohlenvorkommen von Drijenča und Jasenica sind lediglich durch tektonische Vorgänge von ihnen abgetrennte Schollen.

Die Kohlenführung des Majeviceozäns ist in dem südlichen Zuge in der Umgebung von Konjikovići in den Waldgebieten Kazan und Kalderma šuma, in welchen die Ursprungsbäche des Gnjičaflüßchens und seiner Hauptzuflüsse Sioski potok und Veseljnovac entspringen, am konzentriertesten. Hier sind die Kohlenflöze und Schmitze am zahlreichsten und weisen die relativ größten Mächtigkeiten auf. Dieses Kohlenterrain wurde daher auch in umfassender Weise beschürft.

Die stollenmäßigen Haupteinbaue befanden sich im Taleinschnitte des Sioski potok und der Gnjiča knapp an der Straße zwischen der großen Kehre beim Medin Han und dem Einräumerhause vor dem Ristin Han. Der wichtigste Stollen (I), mit welchem ein versprechendes Flöz nach Stunde 19 streichend verfolgt wurde, war rund 250 m talabwärts von der Einmündung des Duboki oder Kazan potok in den Sioski potok in der westlichen Lehne unmittelbar über der Straße angesetzt. Er erreichte eine Länge von 780 m und sollte in weiteren 350 m die Talfurche des Bara potok unterfahren, in welchem eine Anzahl von Flözen ausbeißt, die mittels Querschlägen und Aufbrüchen ähnlich hätten ausgerichtet werden sollen, wie es unter der Talfurche des Duboki potok bereits versucht worden war, wo drei Kohlenbänke in Untersuchung genommen wurden. An dieser Stelle hatte der Hauptstollen jedoch nur zirka 100 m, beim Bara potok hätte er aber bis 240 m über sich gehabt.

Die zahlreichen sonstigen stollenmäßigen Einbaue, für welche das Terrain äußerst günstig ist, waren zumeist kurze Versuchsstollen, mit welchen man von den Ausbissen den Flözen

nachging, um die Qualität und Mächtigkeit der Kohle besser konstatieren zu können. Mit solchen meist nur wenige Meter langen Schurfstollen wurde an zahlreichen Stellen, wo die Ausbisse versprechender aussahen, vorgegangen; aber nur wenige Stollen erreichten eine erheblichere Ausföhrung, wie namentlich, auöer zwei Untersuchungsstollen im Duboki potok, von denen einer (V) auf 160 m vorgetrieben wurde, zwei Stollen (II und III) im Gnjiçatale, die in der gleichen Straöenlehne wie der Hauptstollen, zirka 360 m und 1 km talabwärts von ihm entfernt, angesetzt waren und je etwas über 80 m Länge erreichten. Leider erzielte man nirgends die Lebensfähigkeit eines einzuleitenden Bergbaues sichernde Aufschlüsse. Denn wenn auch die Qualität der Kohle trotz des partienweise sehr hohen Schwefelgehaltes im allgemeinen noch hätte befriedigen können, so erwies sich doch die Mächtigkeit der verfolgten Flöze für einen lohnenden Abbau unter den damaligen Verhältnissen überall als zu gering, zumal die Abstände der Flöze voneinander selten unter 5, meistens jedoch über 20 m betragen. (Vgl. die Profile 8 bis 12.)

Die größte Mächtigkeit der reinen Kohle soll bei den Schürfungen mit 87 cm gemessen worden sein, hätte jedoch kein Anhalten gehabt, sondern sei auf 40 cm und weniger herabgegangen. An den jetzt zugänglichen Ausbissen läßt sich über die Mächtigkeiten der einzelnen „Flöze“ folgendes konstatieren:

Im Gnjiçatale, von der Einmündung des Sioski potok bis etwa 400 m aufwärts, zählt man 6 Ausbisse, deren mächtigster 28 cm, der schwächste 10 cm mißt. Im westlicheren Celinski potok sind 5 Flözchen von 22 cm größter und 12 cm geringster Mächtigkeit vorhanden. Im Tale des Sioski potok und der Gnjiça unterhalb der Einmündung des ersteren Baches zählt man 18 Flöze, darunter eines mit 65 cm Mächtigkeit, jedoch sollen die jetzt verrollten Ausbisse, welche Anlaß zu den seinerzeitigen Schürfungen boten, mächtiger gewesen sein (87 cm?). Die meisten gegenwärtig noch zugänglichen Ausbisse sind aber unter 30 cm mächtig und führen zumeist schieferige Kohle. Westlicher, im oberen Duboki potok, gelangen 8 Flöze zum Ausbiß, darunter das stärkste mit 50 cm, das schwächste mit 16 cm Mächtigkeit; im nächsten Bache jenseits der Ravna kosa, dem oben schon genannten Bara potok, sind 11 Flöze offen, das stärkste mit 46 cm, das

schwächste mit zirka 8 *cm* Mächtigkeit. Weiter westlich auf dem Kamme und im Crni potok gibt es 5 Flözausbisse, von welchen der mächtigste 47 *cm*, der schwächste 5 *cm* mißt.

In den Einschnitten der nordwärts zum Veseljnovac abfließenden Bäche zählt man: im Bjeljevinetale nebst einigen Schmitzen 7 Flöze mit 44 *cm* größter und 25 *cm* geringster Mächtigkeit; im westlicheren Visoka potok 11 Flöze und Schmitze mit 35 *cm* größter und 5 *cm* geringster Mächtigkeit; in dem gegen Westen weiter folgenden Ploča potok 8 Ausbisse mit Mächtigkeiten zwischen 60 *cm*, bzw. 54 *cm* und 5 *cm*; im weiterhin folgenden Pločni vis potok 4 Flözchen mit 35 *cm* größter und 10 *cm* geringster Mächtigkeit; im Modrašnica potok 13 Flöze, davon eines mit 49 *cm* und 2 mit je 45 *cm* Stärke, während das geringmächtigste 15 *cm* mißt; im Tale des linksseitigen Modrašnica-Zuflusses Gajić potok sind 4 Flözchen offen, deren Mächtigkeit zwischen 30 und 22 *cm* variiert. Die Ausbisse im Veseljnovacgraben selbst scheinen durchwegs unter 30 *cm* Stärke zu bleiben. Alle diese Mächtigkeitsmessungen beziehen sich auf reine Kohle von teils derber, teils schieferiger Textur. Namentlich im letzteren Falle wird öfters durch schwarze hochbituminöse Mergel oder Schiefer-tone, von welchen die Kohle begleitet wird sowie durch Verschwemmung der abgewitterten Kohle an den Ausbissen eine größere Mächtigkeit vorgetäuscht.

Wie aus der vorstehenden Zusammenstellung ersichtlich ist, wurde in den offenen Aufschlüssen des kohlenreichsten Abschnittes des Majevicaeozäns eine 65 (87?) *cm* überschreitende Mächtigkeit der reinen Kohle nirgends angetroffen und zugleich wurde konstatiert, daß die Flöze von 40 *cm* Stärke und mehr gegenüber den schwächeren Flözchen und Schmitzen beträchtlich in der Minderzahl sind. Wenn man auch in Berücksichtigung zieht, daß gelegentlich Anschwellungen der Kohle bis über 1 *m* vorkommen, so wirken die geringen Mächtigkeiten der Flöze, zusammen mit der zumeist großen Distanz zwischen den einzelnen stärkeren Kohlenbänken, doch sehr ungünstig auf die Abbaufähigkeit des Vorkommens. Die Entfernung der Kohlenbänke voneinander ist in den Profilen Abb. 8 bis 13 maßstäblich dargestellt. Sie beträgt z. B. im Bjeljevine potok zwischen den über 40 *cm* mächtigen Flözen vom (bergmännischen, nicht wahren, weil mehrere noch nicht genau ermittelte Verwerfungen hindurchzuziehen scheinen) Liegenden zum Hangenden: 220, 54 und 60 *m*,

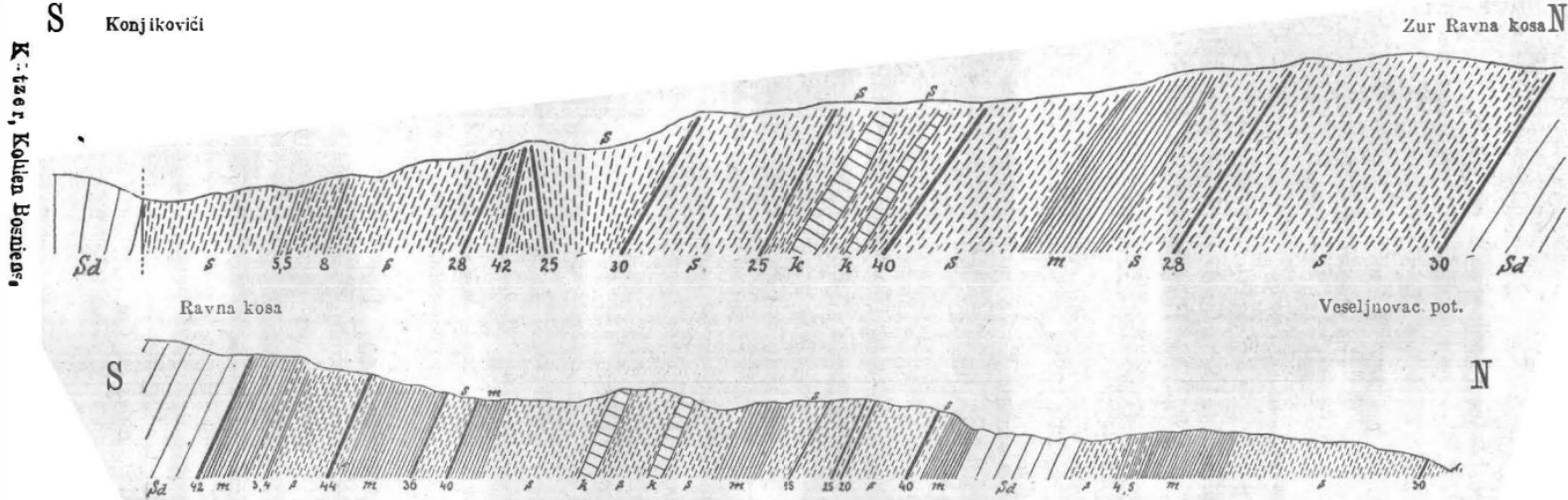


Abb. 11 (oben). Profil des kohleführenden Majevica-Eozäns im Bara potok.

Abb. 12 (unten). Profil des kohleführenden Majevica-Eozäns im Einschnitte des Bjeljevine-Baches. *s* = Flyschige Ausbildung; vorherrschend Schieferton. *m* = Desgleichen, überwiegend Mergelschiefer und Mergel. *k* = Bänke fossilienführenden Kalksteines. *sd* = Sandstein. Die Kohlenflöze und Schmitze sind durch Zahlen bezeichnet, welche ihre Mächtigkeiten in Zentimetern angeben. Die beiden Profile 11 und 12 ergänzen sich derart, daß sie, abgesehen von der mittleren höchsten, hauptsächlich aus Sandstein mit Konglomerateinschaltungen bestehenden Partie, welche den Gipfel der Ravna kosa einnimmt und ungefähr 200 *m* mächtig ist, fast das ganze Majevica-Eozän zwischen dem Veseljnovacgraben im Norden und Konjikovići im Süden durchschneiden.

wobei nur in der 54 m-Distanz noch eine 36 cm starke Kohlenbank, sonst aber innerhalb dieser großen Entfernungen meist nur Schmitze vorhanden sind; im Bara potok, auf der Südseite der Kazan šuma, beträgt die sohlige Entfernung der beiden dortigen über 40 cm mächtigen Kohlenflöze 115 m und ähnlich verhält es sich in allen anderen Profilen.

Dennoch darf dem ganzen Vorkommen die Abbaufähigkeit noch nicht definitiv abgesprochen werden, da für dieselbe das bedeutende streichende Anhalten der Kohlenführung, die relative Hochwertigkeit der Kohle sowie die Möglichkeit, ein ansehnliches Kohlenvermögen stollenmäßig hereinzubringen, gewiß günstig sind und in der letzten Zeit ein weiterer wichtiger fördernder Faktor hinzugekommen ist, nämlich der geplante Ausbau einer normalspurigen Bahn von Tuzla nach Brčko an der Save, deren Trasse im Gnjicatale mitten durch das Kohlenterrain geführt ist.³⁰⁾

Das durch natürliche Aufschlüsse und Beröschungen nachgewiesene streichende Anhalten der Kohlenführung beträgt rechts der Gnjica zirka 700 m, links von diesem Flübchen und im Veseljnovagebiete gegen 2600 m, zusammen somit rund 3300 m. Nimmt man an, daß für den eventuellen Abbau nur steilstehende Flöze von mindestens 40 cm Mächtigkeit in Frage kommen können, so ist leicht zu berechnen, daß jedes solche Flöz bei 200 m durchschnittlicher Abbauhöhe über der Talsohle und bei der Annahme von 10 q Kohlenausbeute pro Flözraummeter, auf je 1000 m abgebauten Flözstückes 800.000 q Kohle ergeben würde, somit bei 3 km streichendem Anhalten 2.400.000 q Kohle. Da für wenigstens vier Flöze die angenommenen Voraussetzungen nicht nur zutreffen, sondern ihre wirklichen Mächtigkeiten im Durchschnitte 40 cm nicht unbedeutend überschreiten, so könnte über der Talsohle allein ein Kohlenquantum von rund 10.000.000 q zuversichtlich gewonnen werden. Das gesamte Kohlenvermögen des kohlenreichsten Abschnittes des Majeviceaeozäns beträgt natürlich ein Mehrfaches dieses Quantums, aber

³⁰⁾ Vor der 15 km von Tuzla entfernt geplanten Station Konjikovići ist ein 2750 m langer Tunnel projektiert, welcher einen Teil des kohleführenden Eozängebirges durchfahren und jedenfalls einige über die Kohlenführung orientierende Aufschlüsse schaffen würde. Leider ist die Ausführung des Projektes noch nicht gesichert.

trotzdem ist es für ein namhaftes Unternehmen nicht ausreichend, sondern könnte lediglich einen bescheidenen Bergbau für eine zur Verzinsung und Amortisation des Investitionskapitals vielleicht ausreichende Zeitdauer fristen. Aber auch das dürfte kaum zu erzielen sein, wenn nicht ein ständiger Absatz zu wesentlich höheren Kohlenpreisen, als sie in Bosnien derzeit üblich sind, gesichert werden könnte.

Es ist vorauszusehen, daß der erwähnte Eisenbahnbau, falls er in absehbarer Zeit zur Ausführung kommt, die Frage der Abbaufähigkeit der Majevisa-Eozänkohle wieder zur Erörterung bringen dürfte. Für eventuelle neuerliche bergmännische Untersuchungen würde sich das Vorgehen mit einem Stollen querend von einem Punkte im Veseljnovacgraben oberhalb des Ristin Han aus am meisten empfehlen, weil dadurch am raschesten Einblick in das Flözverhalten und bestimmte Anhalte für die Beurteilung der Abbaufähigkeit erlangt werden würden.

Die Kohle des Konjikovićigebietes ist die beste des ganzen Majevisa-eozäns und gehört bezüglich der Heizkraft zu den hochwertigsten Kohlen Bosniens. Sie ist von schwarzer Farbe und schwarzem Strich, intensivem Glanz, muscheligen Bruch, färbt kalte Kalilauge fast gar nicht, heiße nur schwach gelblich und wäre demnach als Steinkohle zu bezeichnen. Auf verdünnte Salpetersäure wirkt die Kohle jedoch schon bei mäßigem Erwärmen reduzierend ein und verursacht eine rötlichgelbe Färbung der Flüssigkeit, aber allerdings bei weitem nicht in dem Grade, wie eine Braunkohle. Auch im sonstigen chemischen Verhalten bekundet die Majevisa-eozänkohle hinsichtlich der von Ed. Donath (vgl. oben Anmerkung 17) aufgestellten Unterscheidungsmerkmale entschieden mehr Steinkohlen- als Braunkohlencharakter. Sie ist auch vorzüglich backend und ergibt einen blumenkohllartig aufgequollenen, metallglänzenden, grauen bis silberweißen, kleinblasigen, im Innern oft stengeligen Koks von ausreichender Festigkeit, aber mit leider relativ hohem Schwefelgehalt. Denn die Kohle ist fast durchwegs schwefelreich, u. zw. die schieferige in der Regel mehr als die derbe. Zum Zwecke der Ermittlung einer für Hochofenkoks brauchbaren Kohle wurden Proben von den ansehnlichsten Flözen der verschiedenen Lokalitäten speziell auf ihren Schwefelgehalt untersucht, wobei die in der folgenden Tabelle neben

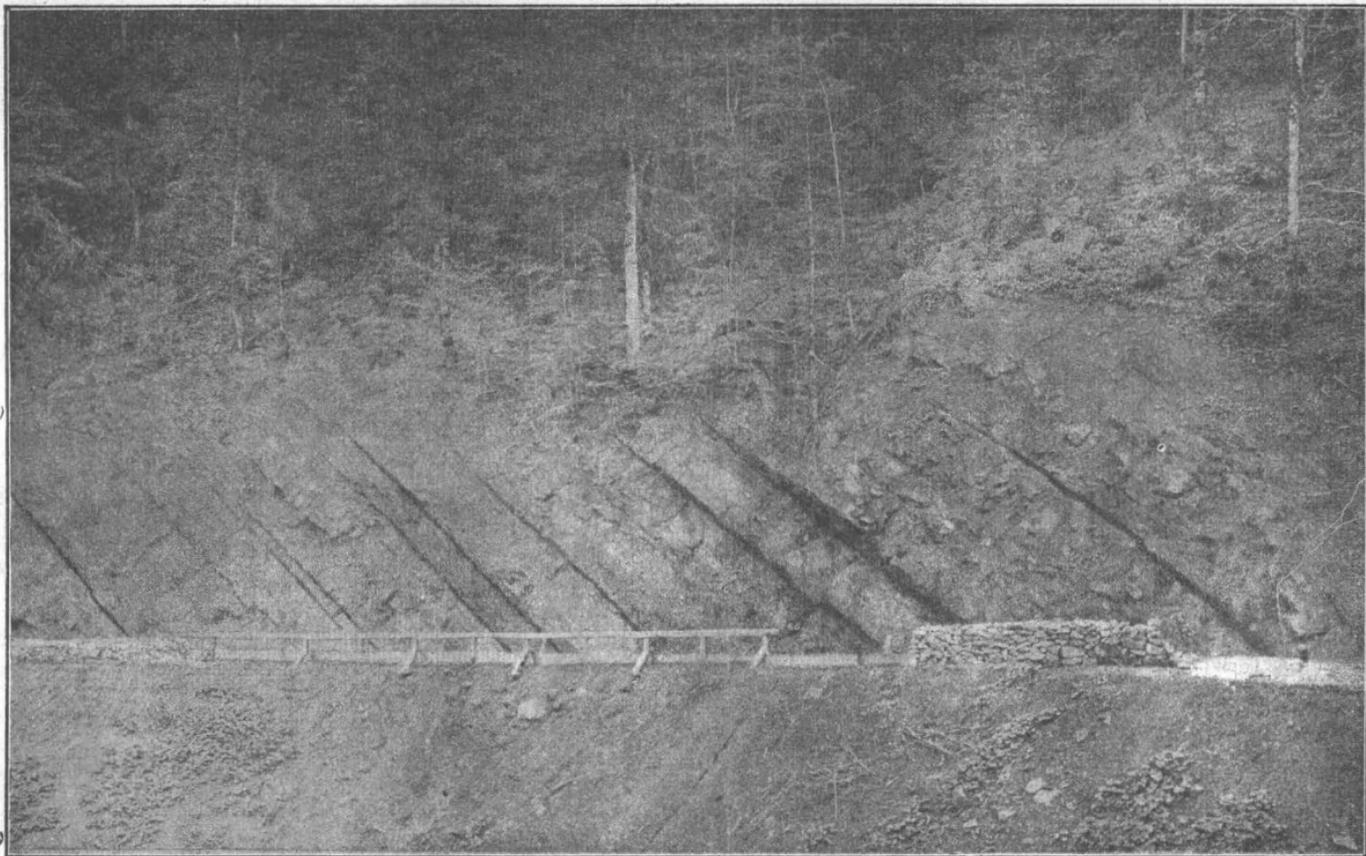


Abb. 13. Kohlenflöze im Eozänsandstein auf der rechten Seite der Gnjica in der Böschung des umgelegten Straßenstückes in der Nähe des Einräumerhauses zwischen Konjikovići und Lopari.

dem Brennwerte der betreffenden Kohle angegebenen Halte an verbrennlichem Schwefel gefunden wurden:

Herkunft der Kohle	Ver- brennlicher Schwefel Proz.	Heizwert nach Berthier ²¹⁾ Kal.
Vom Hauptausbiß im Veseljnovacgraben	3·54	4414
Vom sogenannten Mittelflöz im Duboki potok	4·18	5501
Vom Hauptflöz im Gnječatala	4·94	6130
Ausbiß auf der Ravna kosa	5·24	5621
Modrašnicatal, höheres Flöz	6·68	4473
Ebenda, tieferes Flöz (VI)	6·63	5176
Vom mächtigsten Ausbisse im Ploča potok	7·22	5527
Vom mächtigsten Ausbisse im Bjeljevine potok	8·60	4563

Da andere Kohlenproben noch höhere Halte an schädlichem Schwefel ergaben, so insbesondere eine Probe aus dem II. Stollen im Gnječatala, deren Heizwert mit 6026 Kalorien berechnet wurde, 9·15% und da ferner auch der Aschengehalt namentlich der schieferigen Kohle meist 10% überstieg und zuweilen selbst 30% erreichte, wurden Waschversuche unternommen. Es zeigte sich, daß dadurch der Aschengehalt zwar auf die Hälfte und weniger herabgedrückt werden kann, daß aber der Gehalt an verbrennlichem Schwefel in der gewaschenen Fein- und Grieskohle nur unmerklich geringer oder oft sogar höher ist als in der aschenreichen Förderkohle. Nur der organisch gebundene und der Sulfatschwefel, welcher offenbar hauptsächlich am Aschenanteile haftet, nimmt durch das Waschen der Kohle beträchtlich ab.

Die sonstige Beschaffenheit der Kohle des Hauptkohlengebietes des Majeviceaeozäns kann aus den in der nachstehenden Tabelle zusammengestellten Elementaranalysen von Proben von verschiedenen Entnahmestellen ersehen werden. Zu bemerken wäre dazu, da es in den Analysen nicht zum Ausdrucke kommt, daß die Kohle mancher Flöze verhältnismäßig reich an Phosphor ist (bis 0·4%).

Wie ersichtlich, bleibt die Qualität der Kohle ziemlich gleich, solange sich der Aschengehalt innerhalb gewisser Grenzen hält. Eine wesentliche Verminderung des Heizwertes erfährt die Kohle erst, wenn der Aschengehalt 20% übersteigt. Die Backfähigkeit der Kohle scheint indessen durch den höheren Aschengehalt nur mäßig beeinflußt zu werden.

²¹⁾ Der berechnete kalorische Effekt pflegt um 6 bis 10% höher zu sein.

Elementaranalysen von Eozänkohlen des Konjikovičgebietes des Majevicagebirges.

Bestandteile	Zusammensetzung in Prozenten; Heizwert in Kalorien							
Kohlenstoff	69·07	66·55	66·06	66·54	66·27	61·80	57·80	45·0
Wasserstoff	4·71	5·12	4·58	4·45	4·55	5·18	4·29	2·93
Sauerstoff, Stickstoff u. a. (Ergänzung auf 100%)	12·16	12·36	10·57	11·38	9·53	9·44	11·15	10·57
Hygroskopisches Wasser	1·85	2·25	1·30	1·45	1·80	1·40	1·65	1·50
Asche	9·55	8·30	12·55	11·60	9·70	16·15	21·30	36·60
Verbrennlicher Schwefel	2·66	5·42	4·94	4·58	9·15	6·03	4·01	3·90
Gesamtschwefel	3·50	5·58	5·62	5·74	9·26	6·04	4·89	4·67
Koksausbeute (aschefrei)	53·84	?	46·65	44·90	48·54	44·12	?	?
Brennwert in Kalorien berechnet	6450	6236	6130	6101	6026	6006	5386	3934
Brennwert in Kalorien nach Berthier	5791	5803	5545	5729	5546	5540	4867	3838

Nordwestlich vom Konjikovićigebiete sind im Majevicaeozän nennenswerte Kohlenausbisse zur Zeit nicht bekannt, was zum Teil darin seinen Grund hat, daß hier der für die Kohlenführung charakteristische bunte Gesteinswechsel einer mehr gleichmäßigen Entwicklung Platz macht und namentlich Sandsteine von tuffitischem Einschlag sowie Nummulitenkalke zu anhaltenderer räumlicher Ausdehnung gelangen; zum Teil aber auch dem Umstande zuzuschreiben sein mag, daß in der westlichen Majevica, namentlich in dem waldreichen Okresanicaanteile, die Aufschlüsse überhaupt mangelhafter sind als in der östlichen Majevica. Ein etwa 20 cm mächtiger Ausbiß befindet sich nordöstlich von Džalikani, einem Ortsteile von Srebrnik, südöstlich von Gradačac, zwei andere, ebenfalls nur geringfügige Ausbisse sollen, eingeschaltet zwischen schieferigen, nach Nordosten einfallenden Sandstein, im obersten Ursprungsbache des Jelovački potok (nordwestlich vom Okresanicagipfel) vorhanden sein. Die dem kohlenreichen Eozänzuge der Kazan šuma entsprechende Zone, innerhalb welcher auch an anderen Punkten Kohlenausbisse aufgefunden werden können, streicht in diesem Gebiete eben nicht regelmäßig fort, sondern wird durch eine Störungszone abgelöst, bzw. nach Norden verschoben, wo sie sich mit dem nördlichen fossilenreichen Eozänzuge vereinigt.

In der südöstlichen Fortsetzung der Konjikovići-Kohlenzone sind Ausbisse reichlicher vorhanden. Sie lassen sich von der Gnjiča ziemlich im Zusammenhange bis gegen Goduš verfolgen, treten aber vereinzelt auch noch weiter südöstlich auf. Leider sind jedoch die Mächtigkeiten der „Flöze“ in dieser Erstreckung, soweit bis jetzt bekannt, durchwegs geringer als im Gnjičatale und überdies ist die Kohle vielfach von tauben Schmitzen durchwachsen, so daß dieser Abschnitt des Majevicaeozäns hinsichtlich der Kohle ohne bergwirtschaftliche Bedeutung zu sein scheint.

Am besten aufgeschlossen ist die Kohlenführung im Gelände südlich von Rožanj (22 km in der Luftlinie östlich von Tuzla), welches zugleich das versprechendste Erdölgebiet Bosniens ist. Die durch raschen Gesteinswechsel charakterisierte kohlenführende Zone bildet hier eine doppelte Antiklinale, deren äußere Flügel flacher (35 bis 50°), die inneren steiler (50 bis 75°) einfallen, weil die nördliche Antiklinale an einer Längsstörung gegen Südwesten übergeschoben und

geschleppt ist, wie es Abb. 14 schematisch veranschaulicht. Was oben über den sehr veränderlichen Schichtenverband der Kohle im Konjikovićigebiete dargelegt wurde, gilt auch hier. Die Kohlschmitze werden zwar gewöhnlich von Schiefertone (Kohlenschiefer) oder Mergel begleitet, liegen aber einmal unter ein andersmal über einer Kalkbank usw. In dem Aufbruche zwischen Lazići und Rožanj zählt man in zwei Haupt- und zwei Nebenzügen 9 Kohlenbänke, bzw. Schmitze, deren Einzelmächtigkeiten durchwegs unter 20 cm bleiben und die zumeist stark verschiefert sind. Bei einer zwischen den Ausbissen angesetzten Erdölschurfbohrung wurden aber noch mehrere andere Kohlschmitze durchörtert, die bis zu Tage nicht ausbeissen. Der erste wurde in 28 m Teufe angefahren und von da ab bis 144.6 m Teufe wurden noch 16 weitere, zwischen 60 und 75 m Teufe allein 9, angetroffen, deren Entfernungen voneinander zwischen 0.6 und 3 m schwankten. Die Mächtigkeiten scheinen aber ebenfalls recht unbedeutend gewesen zu sein.

Die Kohle der reinen Flözpartien von Rožanj ist von gleichem Aussehen wie die Konjikovićikohle; die Beschaffenheit scheint aber, zumindest teilweise, bezüglich des Gehaltes an schädlichem Schwefel, besser zu sein, da eine Partialanalyse die folgenden Werte ergab:

Hyroskop. Wasser	8.2 %
Asche	10.1 „
Verbrennlicher Schwefel	0.12 „
Brennwert nach Berthier	5175 Kal.

Auch eine andere Probe, entnommen dem Ausbiß nördlich von den Lazići-Häusern, enthielt bedeutend weniger Schwefel als die Kohlen des Konjikovićigebietes, nämlich:

Gesamtschwefel	3.58 %
Verbrennlicher Schwefel	2.04 %

Die Begleitschichten der Kohle, namentlich die Mergel und Schiefertone, sind oft von dünnen Gipsadern durchzogen, die auch in der Kohle zuweilen aufsetzen. Der Gips ist wahrscheinlich durch Oxydation des Schwefelkieses und chemische Umsetzung entstanden, wodurch in den tagnahen Flözpartien das Mengenverhältnis des schädlichen Schwefels günstig beeinflußt worden zu sein scheint.

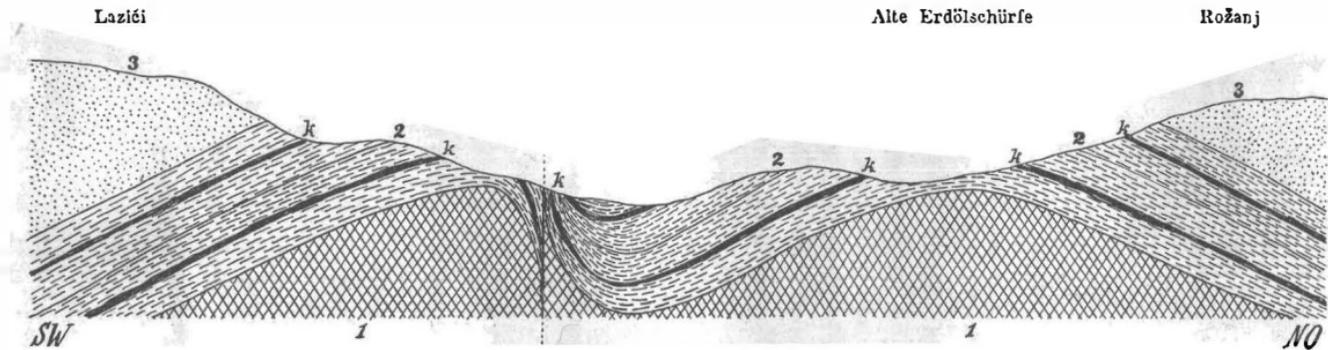


Abb. 14. Schematisches Profil durch das kohlen-(und erdöl-)führende Majevica-Eozän bei Rožanj. 1 = Untere, schiefer-tonreiche Schichtengruppe. 2 = Mittlere, bunte, mergel- und kalkreiche, kohlenführende Schichtengruppe. 3 = Obere Sandsteinschichtengruppe. *k* = Kohlenführende Partien der mittleren Schichtengruppe, begleitet zumeist von fossilien-reichen Kalk- und Mergelbänken.

In der weiteren Erstreckung des Eozäns südöstlich von Rožanj sollen vor mehr als 20 Jahren Kohlenausbisse im oberen Munjačagraben, angeblich in der Schlucht nördlich des Gorelicagipfels und noch weiter südöstlich in einem rechten Seitengraben des Sapnaflüßchens, etwa in der Mitte zwischen den beiden Häusergruppen von Zaseok (nordwestlich von Zvornik), beobachtet worden sein. An der Richtigkeit dieser Angaben braucht nicht gezweifelt zu werden, wenn auch bei der Kartierung der Gegend Kohlenausbisse im Eozän nicht aufgefunden wurden. Denn es kann sich seinerzeit um Zufallsentblösungen von beschränkten Kohlenlinsen oder um hernach wieder verrollte Ausbisse gehandelt haben. Betont muß indessen werden, daß die durch raschen Gesteinswechsel charakterisierte eigentliche kohlenführende Eozänzone in diesem Gebiete nicht typisch entwickelt ist, sondern nahezu ausschließlich die obere Flyschsandsteingruppe am Tage ansteht, in welcher eine anhaltende Kohlenführung nicht zu gewärtigen ist. Von der Kohle von Zaseok³²⁾ wurde im Jahre 1893 eine Analyse ausgeführt, die folgende Werte ergab:

Kohlenstoff.....	56·85 %
Wasserstoff	4·06 „
Sauerstoff, Stickstoff u. a. (als Ergänzung auf 100 %)	13·01 „
Hygroskop. Wasser	7·07 „
Asche	16·18 „
Schwefel verbrennlich	2·84 „
„ unverbrennlich	0·50 „
Koksausbeute (aschefrei)	37·80 „
Brennwert nach Berthier	4778 Kal.
„ berechnet	5150 „

Die Kohlenführung des nördlichen Zuges des Majeviceozäns ist, wie oben bereits bemerkt wurde, soviel bis jetzt bekannt, ganz unbedeutend. Über den Schichtenverband der im Šibošicatalle oberhalb des Begovačariedes in der Nähe der dortigen Mühle auftretenden zwei Kohlenflözchen gibt das Profil Abb. 15 Aufschluß. Die

³²⁾ Nicht zu verwechseln mit der gleichnamigen Ortschaft bei Grab an der dalmatinischen Grenze. (Vgl. oben S. 16 unter Triaskohlen.)

NO

SW

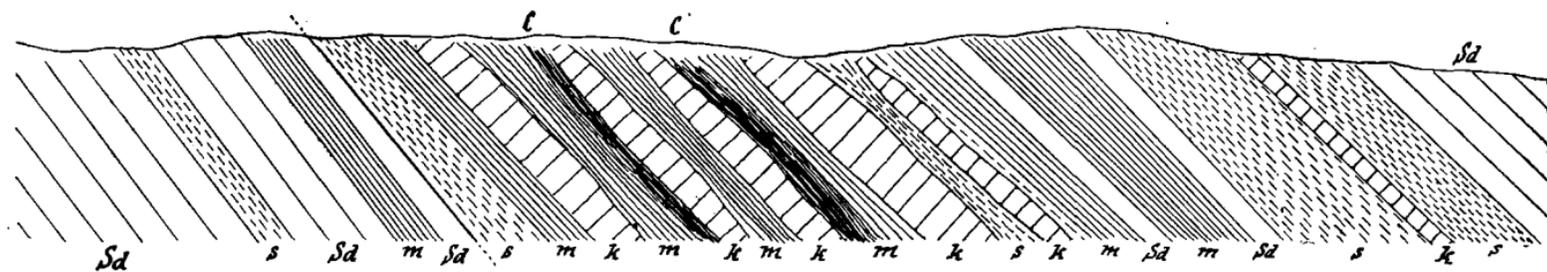


Abb. 15. Profil des kohleführenden Majevica-Eozäns im Tale der Šibočka rijeka. *s* = Überwiegend Schiefer-ton. *m* = Vorherrschend Mergelschiefer. *k* = Fossilienführender Kalkstein, hauptsächlich cerithienreicher Grobkalk. *Sa* = Sandstein. *C* = Hochbituminöse Schiefer mit Kohlschmitzen.

Schichten fallen an dieser Stelle unter mittleren Winkeln (41 bis 53°) nach Südwesten ein. Der Hauptausbiß ist 1-96 m mächtig, besteht aber wesentlich aus Kohlenschiefer, welcher nur Schmitze reiner Kohle einschließt; der zweite, liegendere Ausbiß mißt nur etwa 60 cm und ist ähnlich beschaffen, nur relativ noch kohlenärmer. Sowohl zwischen als auch im Liegenden und Hangenden der beiden kohligen Lagen sind fossilienreiche Kalkbänke entwickelt, deren untere Partie in der Regel überwiegend Bruchstücke und Gereibsel von Ostreen (Gryphaea-)schalen, die hangendere Partie fast nur Cerithien enthält. Von hier stammen fast alle von Paul Oppenheim aus der Šibošicka rijekabeschriebenen Arten.³³⁾ In analoger Entwicklung setzt die kohlenführende Zone nach Nordwesten fort, wo oberhalb Miladići zwischen äußerst fossilienreichen kalkigen Bänken³⁴⁾ ebenfalls Kohlenschmitz ausbeißt. Bergwirtschaftlich kommt die Kohlenführung dieses nördlichen Eozänzuges der Majevisa jedoch nicht in Betracht.

Von den Ausläufern der Majevisa zwischen Gračanica und Gradačac zieht das Eozän, bald sich ausweitend, bald verengernd und vielfach von jüngeren Auflagerungen bedeckt, durch ganz Nordbosnien bis zur Landesgrenze bei Doberljin. In dieser ganzen breiten Eozänzone sind dermalen nennenswerte Kohlenvorkommen nicht bekannt. Nur im **Razbojwalde** östlich von Šupljikovac in der Kozara planina, nordöstlich von Kozorac, ist in den Talfurchen des Bubina und Jakupović potok ein Kohlenvorkommen entblößt, welches dem flyschigen Eozän im Liegenden des sich von Balte westwärts bis über den Kozarački kamen hinaus erstreckenden Numulitenkalkzuges angehört.

Es scheint nur ein Flöz von nicht unbeträchtlichem Anhalten vorhanden zu sein, welches in den genannten Gräben auf einer Erstreckung von etwa 100 m an mehreren

³³⁾ Vgl. oben Notiz 28. In die östliche Fortsetzung dieser Zone fallen die fossilienreichen Kalke von Lukavica. Eine Zusammenstellung der von diesen Fundorten beschriebenen Versteinerungen siehe in Katzer: Geolog. Führer durch Bosnien etc. I. c. S. 73 bis 74. Seit der Zeit wiederholt vorgenommene Aufsammlungen erbrachten nur wenig Neues.

³⁴⁾ Die Fossilien gehören nur wenigen Arten, hauptsächlich Cerithien an.

Stellen ausbeißt. Seine nächsten Begleitschichten sind Tegel und Letten, die entfernteren Tonschiefer und Sandsteine. Das Einfallen ist flach nach Norden gerichtet. Das Flöz ist in den Wasserrissen auf höchstens 1 m blosgelegt, doch scheint das nicht seine ganze Mächtigkeit zu sein. An den verschiedenen Aufschlußpunkten verhält sich das Flöz so ungleich, daß es den Anschein hat, daß die reine Kohle keine gleichmässig entwickelten Bänke, sondern nur im Kohlschiefer und Letten eingeschlossene Schmitze und Nester bildet, die einzeln kaum mehr als 50 cm Mächtigkeit erreichen.

Die Kohle ist von prächtigem Aussehen, teils derb, teils plattig, mit kenntlicher Holzstruktur, von samt-schwarzer Farbe und fast schwarzem Strich, muschligem Bruch und sehr lebhaftem Glanz. Sie zeigt die chemischen Reaktionen echter Braunkohle und ist nicht backend. Die Partialanalysen zweier Proben ergaben nach V. Stefko:

Hygroskop. Wasser	17.86 %	19.30 %
Asche	3.90 „	3.18 „
Verbrennlicher Schwefel	0.56 „	0.22 „
Kalorischer Effekt	4972 Kal.	5120 Kal.

Die Elementaranalyse der reinen Kohle hatte folgendes Ergebnis:

Kohlenstoff	58.16 %
Wasserstoff	5.69 „
Sauerstoff, Stickstoff etc. (Ergänzung)	21.16 „
Hygroskop. Wasser	13.00 „
Asche	1.55 „
Verbrennlicher Schwefel	0.44 „
Brennwert nach Berthier	5035 Kal.
„ berechnet	5493 „

Hiernach würde die Razbojkohle allerdings zu den hochwertigsten Braunkohlen Bosniens zu zählen sein, jedoch kann über den bergwirtschaftlichen Wert des Vorkommens, namentlich mit Rücksicht auf seine Entlegenheit, erst die genauere Ermittlung seiner Ausdehnung und Mächtigkeit entscheiden.

Die sonstigen dermalen bekannten Vorkommen von Kohle im Eozän liegen in der **Hercegovina**.

Die Entwicklung des Eozäns ist hier (und in Südwestbosnien) von jener in Nordbosnien verschieden. Denn während im nordbosnischen Eozän die sogenannte Flyschfazies vorherrscht und Kalke untergeordnete Verbreitung besitzen, sind in der Hercegovina umgekehrt Kalksteine bei weitem vorherrschend und die Flyschfazies tritt zurück. Zwischen diesen beiden regionalen Entwicklungen bestehen aber außerdem im einzelnen petrographische Unterschiede. In der Hercegovina ist die Flyschfazies überwiegend mergelig und die Kalksteine sind zumeist reine Nummuliten-, Alveolinen- und Miliolidenkalke; in Nordbosnien hingegen herrschen im Flysch Sandsteine vor und die Kalksteine sind häufig sandig (Grobkalk) oder besitzen, wie z. B. im Gebiete von Gračanica, Doboj und Tešanj bis in die Kozara planina, vermöge des reichlicheren Anteiles an Lithothamnien, ein etwas anderes Gepräge als im südlichen Verbreitungsgebiete. Immerhin verweisen sie hier wie dort auf eine nicht so strandnahe und daher gleichmäßigere, dem Einflusse der Sedimentationsänderungen in der Uferzone mehr entrückte Bildungsweise hin, als sie für die tonigsandigen Flyschgesteine angenommen werden muß, womit sich auch die Kohlenarmut der Kalkregion des Eozäns erklärt.

Abgesehen von geringfügigen Nestern, bestehend in verkohlten Holzstücken, die als Seltenheit auch im Kalk auftreten können, sind die Kohlenvorkommen des Eozäns in der Hercegovina auf die Flyschfazies beschränkt. Diese ist in ihrer mergeligen Entwicklung stellenweise sehr fossilienreich, analog der kohlenführenden Zone des Majeviceaeozäns, jedoch fehlt gerade hier die Kohlenführung entweder ganz oder sie ist meist unbedeutender als in den fast versteinungsleeren sandigen Flyschbildungen. Die wichtigsten Züge der fossilienreichen Eozänmergel der Hercegovina sind jene von Trebistovo-Konjavac (eigentlich Konjuhovac³⁵) nordöstlich

³⁵) Paul Oppenheim (Über einige alttertiäre Faunen etc., l. c. S. 230) scheint anzunehmen, Konjuhovac liege in der Nähe von Stolac. Das ist ein Irrtum. Konjuhovac hängt mit Trebistovo zusammen, von welchem es zirka 3·5 km in südöstlicher Richtung entfernt ist, während die Entfernung von Stolac gegen 70 km beträgt. A. Bittners Euspatangus-Fundort, auf welchen sich Oppenheim bezieht, liegt allerdings nur etwa 5 km nordwestlich von Stolac entfernt bei Poprati am Fuße des Dubrava-Plateaus, hat aber mit Konjuhovac nichts zu tun. Euspatangen kommen übrigens auch bei Domanovići vor.

von Posušje; Britvica — Ilić — Gnojnica (nordwestlich und südöstlich von Mostar); Čerin-Čitluk (südwestlich von Mostar); Ljubuški — Domanovići — Stolac; Stepenkrš — Dabrica nördlich von Stolac und Lukavac, südöstlich von Nevesinje. Hier überall kommen gelegentlich Anreicherungen von verkohltem Pflanzendetritus oder, wie bei Trebistovo, selbst Kohlennester vor, jedoch findet eine eigentliche Flözbildung nur selten statt, wie z. B. bei Dabrica, wo in den fossilienführenden Mergeln ein Kohlenflözchen eingeschaltet ist.

Die ungefähr 2 km voneinander entfernten Fundorte Stepenkrš³⁶⁾ und Dabrica liegen auf dem gleichen Zuge von

³⁶⁾ In Oppenheims zitierter, für die Kenntnis der eoänen Faunen Bosniens und der Hercegovina grundlegenden Abhandlung sind die Versteinerungen von beiden Fundorten unter der Lokalitätsbezeichnung „Dabrica“ zusammengefaßt, wahrscheinlich weil der Autor vom Sammler nicht entsprechend aufgeklärt worden war. Im Wesen macht es allerdings nicht viel aus, weil die Fauna beider Fundorte bis auf Einzelheiten identisch ist. Oppenheim beschreibt von „Dabrica“ die folgenden Arten, worunter die mit * bezeichneten auf dem eigentlichen Fundorte Dabrica in den Lehnen südwestlich von der Gendarmeriekaserne am häufigsten sind.

- Nummul. laevigatus* Lam.
- Nummul. Lamarckii* d'Arch.
- **Porites Pelegrinii* d'Arch.
- Astraeopora* cf. *decaphylla* Reuss.
- Goniatraea octopartita* Opp.
- Trochosmilia* (?) *Cocchii* d'Arch.
- Cyathomorpha dabricensis* Opp.
- Heliastreaea Katzeri* Opp.
- **Rhabdophyllia fallax* Opp.
- **Columnastraea Caillaudi* Mich.
- **Stylocoenia Reussi* Opp. sp.
- **Rhizangia brevissima* Desh.
- Anomia tenuistriata* Desh.
- Lithodomus cordatus* Lam.
- Lucina illyrica* Opp.
- **Luc. saxorum* Lam.
- Luc. (Codokia) pardalina* Opp.?
- **Cardium dabricense* Opp.
- Venus scobinellata* Lam.
- Cytherea rhomboidea* Opp.
- Cyth. orientalis* Opp.
- Cyth. dabricensis* Opp.
- Phasianella turbinoides* Lam.
- **Trochus dabricensis* Opp.
- **Natica Vulcani* Bg.

Eozänmergeln, welcher vom Sattel bei der Lazareva njiva, wo er unter oligozänem, teilweise zu Schotter zerfallenem Konglomerat untertaucht, entlang des Dubokatales südostwärts über Dabrica gegen Milanoviće und Bracići zieht. Bei Dabrica fallen die Schichten generell nach Norden ein (Stunde 23 bis 2), bei Stepenkrš aber nach Südwesten (Stunde 15). An beiden Punkten besteht die mergelige Schichtenreihe aus einer Wechselfolge von teils milden, teils härteren hellblaugrauen, braun verwitternden Mergeln, dunkel graublauen sandigen Mergelkalken, durchschossen von einzelnen Bänken von bräunlichem Grobkalk. Bei Stepenkrš sind jedoch die milden Mergel mehr untergeordnet, während sie bei Dabrica vorherrschen. Hier ist in den gegen das Peručičatal steil abfallenden Lehnen das folgende Profil offen (Abb. 16):

In der Talsohle stehen blaugraue, in der Liegendpartie etliche 10 bis 15 cm starke Grobkalkbänke einschließende milde Mergel an, welche das Liegende eines 26 cm mächtigen Flözchens von schieferiger, durch Verwitterung aufblättrender Kohle bilden. Über der Kohle folgen dunkelgraue Mergel, die bei einer Gesamtmächtigkeit von 7 m von drei je zirka 40 cm starken Bänken von sandigem Mergelkalk durchschossen werden. Darüber liegen fast 10 m mächtige hellblaugraue, zum Teil grünliche, in der Liegendpartie mehr tonige, milde, in der Hangendpartie mehr sandige und brockige Mergel, ohne deutliche Schichtung, die lagen- und nesterweise gespickt voll mit Fossilien sind, welche daraus leicht herauswittern, während die in den sandig-mergeligen Kalken ebenfalls lagenweise reichlich vorhandenen Versteinerungen aus

Natica Edwardsi Dech.

Nat. incompleta Zitt.

**Deshayesia fulminea* Bayan.

Natica Passinii Bayan.

Diastoma costellatum Lam.

**Cerithium coracinum* Opp.

Cerith. plicatum Brug., var. *alpina* Tourn.

**Cerith. vivarii* Opp.

Tritonidea pseudostenomphalus Opp.

Von diesen sind nur *Rhabdophyllia fallax* Opp., *Lucina saxorum* Lam., *Natica Vulcani* Bg. und *Cerithium coracinum* Opp. bei Stepenkrš ebenfalls gemein. Hingegen kommen einige Arten vor, die von Dabrica noch nicht bekannt sind, namentlich eine große *Lucina* (? *Prominensis* Opp.), ein scharfrüppiges *Cardium* sowie schlanke, *Pseudomelanideen* ähnliche Schnecken.

dem frischen harten Gestein kaum wohl erhalten herauspräpariert werden können und auch ausgewittert nur selten gefunden werden. Über den fossilienreichen Mergeln folgt eine 45 cm starke eisenschüssige Mergelbank mit limonitischen

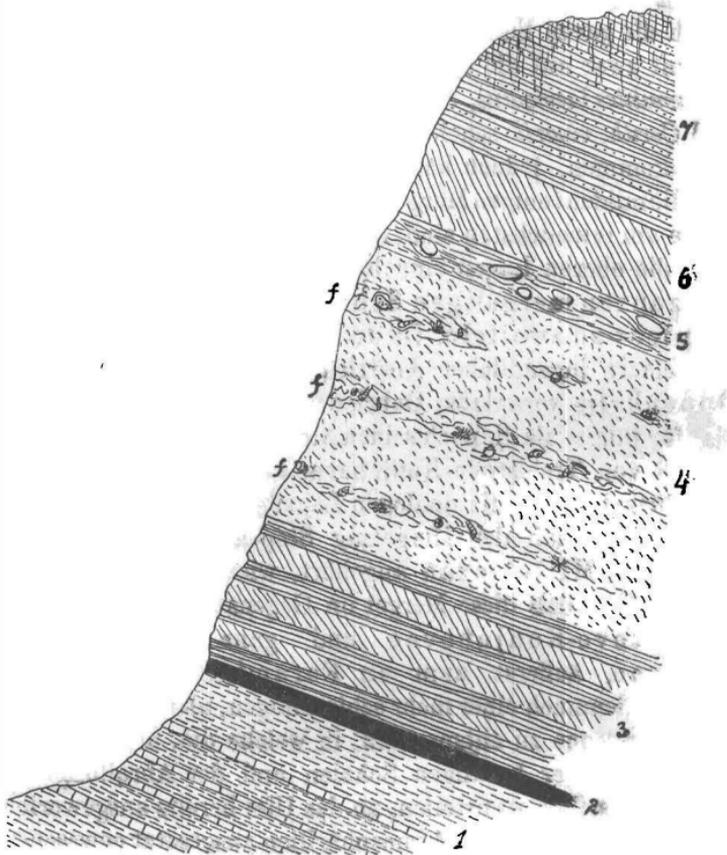


Fig. 16. Profil der fossilienreichen, ein Kohlenflözchen einschließenden Mergelschichtenreihe des Eozäns bei Dabrica in der Herzegovina. 1 = Milde, blaugraue Mergel mit Grobkalkbänken. 2 = Unreines Kohlenflözchen. 3 = Dunkelgraue Mergel, durchschossen von sandigem Mergelkalk. 4 = HELLfarbige, ungeschichtete Mergel, nester- und lagerweise voll von Fossilien (f). 5 = Eisenschüssiger Mergel mit limonitischen Konkretionen. 6 = Sandiger Mergelkalk. 7 = Graue Mergel, zum Teile sandig und an der Oberfläche mehr oder weniger tief zersetzt.

(ursprünglich kiesigen?) Konkretionen; darüber eine 1.8 m mächtige Schicht von sandigem Mergelkalk und zu oberst unter dem Rasen zersetztes Mergel. Die Gesamtmächtigkeit des Aufschlusses beträgt rund 35 m.

Die Verteilung der Fossilien auf die einzelnen Schichten ist nicht derartig, um die Unterscheidung zweier Horizonte im Sinne einer bezüglichen Andeutung von P. Oppenheim, begründen zu können. Z. B. von den Leitfossilien gehen *Natica Vulcani*, *Lucina saxorum* und *Cardium dabricense* durch die ganze Schichtreihe hindurch; *Trochus dabricensis* scheint zwar auf die tiefsten Bänke beschränkt zu sein und *Nummulites laevigatus*, *Porites*, die Korallen, *Cerith. coracinum* und *Cerith. vivarii* scheinen nur in den höheren Schichten vorzukommen, jedoch kann dies auch bloß scheinbar sein, weil die milden tonigen Mergel, in welchen die eingeschwemmten Reste am reichlichsten sind, in den zugänglichen Aufschlüssen eben die oberen Lagen einnehmen. An der Alterseinheit der ganzen mergeligen Schichtenreihe von Dabrica ist nicht zu zweifeln. Da der Fauna durch einzelne Arten ein relativ jugendlicher Anstrich verliehen wird, sah sich Oppenheim veranlaßt, Dabrica vorläufig für Obereozän, also für jünger als die nach seinen Ausführungen mitteleozänen Mergel von Trebistovo-Konjuhovac anzusehen. Es ist aber mit Rücksicht auf die analogen Lagerungsverhältnisse wahrscheinlicher, daß der Mergelzug Stepenkrš-Dabrica ebenfalls dem Mitteleozän angehört, wiewohl es bemerkenswert bleibt, daß diese Mergel im Gegensatze zu jenen von Trebistovo-Konjuhovac und ganz besonders von Lukavac, äußerst arm an Foraminiferen sind. Sie scheinen demnach einer mehr schlammigen, ufernahen Strecke der Strandzone zu entsprechen, in welche die, nach der Beschaffenheit der kreidigen Schalen und der Abrollung der meisten Fossilien zu urteilen, an das Ufer bereits ausgeworfen und der Einwirkung der Atmosphärien ausgesetzt gewesen Gehäuse wieder zurückgeschwemmt werden konnten.

Das Kohlenflözchen von Dabrica würde dem Mitteleozän angehören. Es ist ohne bergwirtschaftliche Bedeutung sowohl seiner geringen Mächtigkeit als auch der schlechten Qualität der Kohle wegen, die eine schieferige, am Ausbiß aufblätternde, sehr aschenreiche Braunkohle von geringem Heizwerte ist. Eine längere Zeit im Trockenen aufbewahrte, zu kleinen Brocken zerfallene Probe ergab 9·3% Feuchtigkeit und 34·7% Asche.

Bessere Kohle und auch in mächtigeren Flözchen als in der fossilienreichen Mergelzone kommt in der Hercegovina

in der fast versteinungsleeren Flyschfazies des jüngeren Eozän namentlich in der **Sutorina** vor.

Dieser südlichere von den beiden Landstreifen, in welchen die Hercegovina an das Adriatische Meer herantritt (der nördlichere befindet sich bei Neum, südlich von Metković), liegt an der Bocche di Cattaro westlich von Castelnuovo und nimmt das Gelände beiderseits des Sutorinatales und die südwestliche Umrandung der Baja di Topla ein. An dieser letzteren steht bei Njivice von bunten Plattenkalken mit Schiefererzweischaltungen unterteufter Nummulitenkalk an, dem sich weiter nördlich von Kalkbänken durchsetzte blaugraue Mergel anlagern, über welchen dunklere graue, mit dünnbankigen glimmerigen Sandsteinen wechsellagernde sandige Mergel folgen. Sie nehmen den Boden des Sutorinatales ein und ziehen von Igalo auf dalmatinischem Boden in den linksseitigen Lehnen, wo sie von älteren Kalken überschoben werden, hoch hinauf. Alle diese Schichten verflachen ziemlich gleichmäßig unter mittleren bis steilen Winkeln nach Nordosten. Die sandigen Mergel schließen im Bereiche der Gemeinde Sutorina an mehreren Stellen Nester und Schmitze von Kohle ein.

Ein solches Vorkommen ist im Einschnitte des Presjeka potok, beiläufig einen halben Kilometer von seiner Einmündung in die Sutorina aufwärts, in der Nähe der Lučić-Mühle auf geschlossen. In dem unter 65° nach Stunde 2 einfallenden Mergel treten in einer mehr tonigen und bituminösen Schicht flach linsenförmige, sich im Profil rosenkranzartig mehr oder weniger eng aneinanderreihende, je höchstens 15 bis 20 cm mächtige Nester von Kohle auf. Im Bacheinrisse, zumal in der linken (südlichen) Uferböschung, sind die Flyschmergel in einer Mächtigkeit von etwa 100 m prächtig entblößt, aber weder im Liegenden, noch im Hangenden des gedachten einen Flözchens ist in diesem ausgedehnten Aufschlusse noch ein anderer Kohlenausbüß wahrzunehmen. Dennoch müssen im Oberlaufe des Baches Ausbisse vorhanden sein, weil auch oberhalb der Lučić-Mühle im Bachschutte Kohlenbrocken zu finden sind.

Ein anderer, etwas mächtigerer, sonst aber ganz gleichartiger Kohlenausbüß befindet sich ebenfalls auf der Ostseite des Sutorinatales im Ortsteile Prijedor, etwa 15 km nordöstlich von der Eisenbahnstation Sutorina entfernt. Die sandigen Mergel, welchen die Kohle eingeschichtet ist, fallen steil nach Nordosten ein. Da das Gelände verwaschen ist, wurde behufs

Erzielung eines besseren Aufschlusses eine kleine Schürfung vorgenommen, die aber nur gerade zur Entnahme friischer Kohlenproben ausreichte.

Weitere Ausbisse, die gegenwärtig allerdings verrutscht und verschüttet zu sein scheinen, sollen im zweiten Bach einrisse südlich vom Presjeka potok sowie bei Zvinje, ferner nordwestlich von Prijedor oberhalb der Eisenbahn vorhanden sein, was wohl richtig sein mag, weil dieser Flyschmergelzug überhaupt ziemlich reichlich Kohlenschmitze einzuschließen scheint, da auch in seiner südöstlichen streichenden Fortsetzung auf dalmatinischem Boden, namentlich im Župatale zwischen Cattaro und Budua, an mehreren Stellen (bei Prijeradi, Gorovići, Podlastva, am Westgehänge der Dubovica³⁷⁾) Kohlenflözchen auftreten. Abbaufähig ist aber wohl keines dieser Vorkommen.

Die Kohle von den beiden beschriebenen Ausbissen der Sutorina ist äußerlich von gleicher Beschaffenheit. Sie ist von zahllosen Pressungslassen durchsetzt, wodurch sie ein brockiges oder kurzstengeliges, zuweilen auch schieferiges Aussehen erhält, ohne aber trotzdem leicht zu zerfallen. Sie ist von schwarzer Farbe und schwarzem Strich sowie von lebhaftem, manchmal fast anthracitischem Glanze. Sie färbt jedoch bereits kalte Kalilauge bräunlich und kochende dunkelbraun. Sie entzündet sich schwer, brennt mit kurzer Flamme und ist nicht backend, sondern hinterläßt einen pulverigen, graphitisch glänzenden Entgasungsrückstand. Immediatanalysen der Kohle von den beiden Ausbissen ergaben:

	Kohle aus dem Presjeka potok	Kohle von Prijedor
Feuchtigkeit.....	8·64 %	9·08 %
Entgasungsrückstand ¹ (aschefrei).....	47·60 „	48·10 „
Asche	17·20 „	16·48 „
Flüchtige Bestandteile....	26·56 „	26·34 „

³⁷⁾ Einige dieser Vorkommen erweckten vor Jahren das Interesse industrieller Kreise und wurden zum Teile beschürft, z. B. im Gradenica potok bei Gorovići. Ein Erfolg wurde ebenso wenig erzielt, wie bei den damals gleichzeitig vorgenommenen, ziemlich ausgreifenden Manganerzschürfungen bei Jošica gor., Stolivo usw. R. Schubert, welcher auf die nutzbaren Mineralvorkommen Dalmatiens wiederholt zu sprechen gekommen ist, macht hiervon keine Erwähnung.

	Kohle aus dem Presjeka potok	Kohle von Prijevor
Gesamtschwefel.....	6·26 %	3·14 %
Schwefel in der Asche...	3·95 „	2·10 „
Brennwert nach Berthier..	4150 Kal.	4235 Kal.

Die Qualität der Kohle scheint demnach überall ziemlich gleich zu sein. Sie wird namentlich durch den relativ hohen Aschengehalt beeinträchtigt, während der Schwefelgehalt zwar anscheinend erheblichen Änderungen unterliegt, aber im allgemeinen nicht als ungünstig bezeichnet werden kann, weil der überwiegende Teil in Sulphatform, hauptsächlich als Gips, vorhanden ist.

Anhangsweise sei noch der hochbituminösen Gesteine des Eozän gedacht, weil sie öfters als Kohle angesprochen und beschürft, oder als Anzeichen von in der Tiefe verborgenen Kohlenflözen angesehen werden. Es sind dunkelgraubraune bis schwarze, bitumendurchtränkte, asphaltsteinartige, zum Teil dolomitische Mergel oder Schiefertone von entweder an sich schieferiger Textur oder von sehr ausgesprochener Druckschieferung. Da eine Begleiterscheinung dieser letzteren eine Unzahl von Gleitharnischen ist und infolgedessen alle Ablösungsflächen des Gesteines einen steinkohlenähnlichen Glanz aufweisen, zudem die meisten Proben sich leicht entzünden und mehr oder weniger anhaltend brennen, so mag die Laien widerfahrene Verwechslung mit Steinkohle schließlich einigermaßen erklärlich erscheinen. Übrigens lassen sich diese Gesteine mit einem einheitlichen petrographischen Namen kaum bezeichnen, da weder Gasschiefer, noch Ölschiefer, noch Asphalt-schiefer o. dgl. ihrer Beschaffenheit ganz entsprechen. Am zutreffendsten wäre die Benennung Bitumenschiefer, oder im engeren Sinne Gasschiefer, weil alle gasreich sind. Der sonstige Bitumengehalt verhält sich verschieden: bei manchen Proben läßt sich schon durch Ausseigern mit kochendem Wasser, bei anderen erst durch trockene Destillation eine ölige Flüssigkeit gewinnen. Aus einigen Proben läßt sich das Bitumen leichter mit Äther, aus anderen mit Benzin oder Terpentin extrahieren, während in Alkohol fast immer nur ein kleiner Anteil des Bitumens löslich ist. Beim Abdampfen des Lösungsmittels hinterbleibt eine gelbliche oder weiße paraffinartige Masse. Kalte Kalilauge ist auf das Gestein ohne Wirkung, kochende

färbt sich hell-weingelb. Der Prozentgehalt des Bitumens variiert ziemlich beträchtlich (ungefähr zwischen 4 und 20 Prozent). Alle Proben sind etwas eisenschüssig und schwefelhaltig, anscheinend von fein verteiltem Schwefelkies. Der Entgasungsrückstand des Schiefers ist gewöhnlich nuschwach gefrittet, schmilzt aber zuweilen zu einer schwarzen, glasigen, nicht magnetischen Schlacke.

Sämtliche Vorkommen des Bitumenschiefers sind an Störungslinien gebunden, an welchen Überschiebungen von Kreide oder älteren Formationen über eozäne Schichtenglieder stattfanden und habendaher in gewissem Sinne Gangcharakter. Die wichtigsten sind jene von Crnjac nordwestlich von Mostar und von Krtnje südöstlich von Ljubinja. (Vgl. oben.) Leider sind auch diese beiden Hauptvorkommen, von welchen das erstere zwei in einer Entfernung von 3 km voneinander verlaufende parallele Züge umfaßt, wenig mächtig — meist unter 40 cm — und absätzig. Und da auch die Qualität des Bitumens nicht hervorragend ist, erscheint eine lohnende Ausbeutung der Vorkommen, auf welche hier nicht weiter eingegangen werden soll, mehr als problematisch.

b) Oligozäne und miozäne Kohlen.

Wie schon eingangs dieser Abhandlung hervorgehoben wurde, gehören die Mineralkohlenvorkommen Bosniens und der Hercegovina in ihrer bei weitem überwiegenden Mehrzahl dem jüngeren Tertiär, d. i. dem Oligozän, Miozän und Pliozän an, was insbesondere von allen Kohlenablagerungen gilt, welchen zur Zeit eine montanistische Bedeutung zukommt. Während jedoch die Formationszugehörigkeit der pliozänen Kohlen in der Regel unschwer zu ermitteln ist, lassen sich die oligozänen und miozänen Kohlen nicht streng voneinander scheiden, weil es dazu an eindeutigen paläontologischen Anhalten dermalen noch gebricht und auch die stratigraphischen Verhältnisse eine sichere Altersbestimmung nicht ermöglichen, da vom Ende des Eozän bis zum Mittelmiozän Bosnien und die Hercegovina größtenteils Festland waren, auf welchem sich die Seebecken ausbildeten, die zu Entstehungsstätten der Kohlenablagerungen wurden und es sich nicht feststellen läßt, wann in jedem einzelnen Falle die Beckenausfüllung begann. Sie kann bei einigen Seen bereits sehr zeitig im Oligozän begonnen und vielleicht auch noch während der Oligozänzeit ihren Abschluß gefunden, bei

anderen bis in das Miozän angehalten haben; oder sie kann in manchen Fällen auch zur Gänze erst im Miozän erfolgt sein. Geschah dies nun unmittelbar auf eozänem, oder noch älterem Grundgebirge, so fehlt die Handhabe zur genauen Altersbestimmung des Beginnes der Ablagerung der kohlenführenden Bildungen.

Hinsichtlich der Feststellung des Zeitpunktes ihres Abschlusses liegen die Verhältnisse günstiger. Denn in Nordost- und Nordbosnien breitet sich über den Kohlenflöze einschließenden Ablagerungen des älteren Jungtertiärs auf großen Erstreckungen und öfters mit deutlicher Diskordanz eine Decke mariner Mittel-, oder auch Untermiozänbildungen aus. Hier besteht somit volle Sicherheit, daß die kohlenführenden Bildungen älter als das marine Miozän und zumindest untermiozänen Alters sind, zumal mit Rücksicht auf die erwähnte Diskordanz zwischen ihrer Ablagerung und der miozänen Meerestransgression eine gewisse Unterbrechung stattgefunden haben dürfte. Die Entstehungszeit dieser Kohlenbildungen, welche zumeist eozäne Schichten zur Unterlage haben, fällt somit zweifellos in das Oligozän bis höchstens Untermiozän. Da jedoch innerhalb dieser Grenzen eine engere Altersbestimmung dermalen nicht möglich ist, werden sie am zutreffendsten als oligomiozän bezeichnet. In jenen Fällen, wo die flözführenden Gebilde offen am Tage liegen und nicht von marinen Schichten genau bekannten Alters bedeckt werden, sind wir bei der Bestimmung ihrer Bildungszeit lediglich auf faunistische und floristische, eventuell auch petrographische Übereinstimmungen und Analogien mit den sicher oligomiozänen Kohlenablagerungen angewiesen. Wiewohl nun namentlich die Kenntnis der Fauna zur Zeit noch nicht umfassend genug ist, ergeben sich doch in den allermeisten Fällen ausreichende Belege für die ungefähre Gleichzeitigkeit der verschiedenen Bildungen, so daß man wohlberechtigt alle Kohlenablagerungen des älteren Jungtertiärs als oligomiozän zusammenfassen darf.

Von diesen oligomiozänen sind die Kohlenablagerungen des jüngeren Jungtertiärs in Bosnien stets leicht und sicher auseinander zu halten, u. zw. sowohl nach der charakteristischen petrographischen Beschaffenheit und Fossilienführung der Begleitschichten der Kohle als auch insbesondere deshalb, weil sie fast immer auf obermiozänen sarmatischen Schichten aufliegen, mit welchen sie vielfach durch allmähliche Über-

gänge verbunden sind, also genau die gleiche stratigraphische Position wie die sogenannten Inzersdorfer pontischen Congerenschichten des Wiener und des Pannonischen Beckens einnehmen und daher gleich diesen dem Pliozän zuzuzählen sind.

Die Tatsache, daß die jungtertiären Kohlen Bosniens und der Hercegovina zwei verschiedenen Horizonten angehören, von welchen der eine unter, der andere über marinen Mittelmiozänbildungen liegt, wurde bereits im ersten Anfang geologischer Untersuchungen im Lande erkannt, fand aber nicht die gebührende Beachtung. Das Verdienst, die richtige Erkenntnis angebahnt zu haben, gebührt C. M. Paul, welcher schon im Jahre 1872 gelegentlich einer Exkursion in das Gebiet von Derventa (vgl. Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt 1872, Nr. 16) feststellte, daß die kohleführenden Binnenlandbildungen nächst der genannten Stadt unter marinen Mediterranschichten liegen, somit älter als diese sein müssen, was später von R. Hoernes bestätigt wurde.³⁸⁾ C. M. Paul war es auch, welcher zuerst die Zugehörigkeit der lignitischen Braunkohlen der Gegend von Tuzla zum Pliozän (pontischen Schichten) richtig erkannte.³⁹⁾ Leider bot die im Jahre 1879 von E. v. Mojsisovics, E. Tietze und A. Bittner in erstaunlich kurzer Zeit durchgeführte geologische Übersichtsaufnahme fast des ganzen Landes keine Möglichkeit, diese wichtigen Altersfeststellungen Pauls im Felde zu prüfen, bzw. weiter zu verfolgen.⁴⁰⁾ Wohl aber wurden auf Grund des von den genannten Forschern eingebrachten, naturgemäß nur spärlichen Fossilienmaterials von anderer Seite Altersbestimmungen der betreffenden Schichten versucht, wodurch aber die Sachlage leider nicht erheblich geklärt, sondern eher verwirrt wurde. So hat D. Stur⁴¹⁾ nach einigen von Tietze in der flözführenden Schichtengruppe bei Zenica aufgesammelten Pflanzenabdrücken die betreffenden Schichten für Oberoligozän erklärt und sie den sogenannten Sotzkaschichten Steiermarks gleichgestellt. In aus den gleichen Schichten stammenden

³⁸⁾ Verhandl. der k. k. geol. Reichsanstalt 1880, S. 165.

³⁹⁾ Beiträge zur Geologie des nördl. Bosnien. Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt 1879, S. 13.

⁴⁰⁾ Grundlinien etc. L. c., Wien 1880. Vgl. besonders die Seiten 96, 117, 124, 146, 250 u. a.

⁴¹⁾ Verhandl. der k. k. geol. Reichsanstalt 1879, S. 171.

tierischen Resten hat hingegen M. Neumayr anfangs eine sarmatische Süßwasserfauna zu erkennen geglaubt und sah sich erst durch ihre eingehendere Untersuchung und mit Rücksicht auf die erwähnten, von Paul und Hoernes dargelegten Verhältnisse bei Derventa veranlaßt, ihnen ein etwas höheres Alter zuzugestehen. Seine Anschauung faßte er schließlich dahin zusammen;⁴²⁾ daß die vorpontischen kohlenführenden Binnenlandablagerungen Bosniens und der Hercegovina „wahrscheinlich ein Süßwasseräquivalent des Grunder Horizontes, wohl auch noch etwas älterer und namentlich jüngerer Maringebilde darstellen“. Angesichts dieser doch recht beträchtlich differierenden Altersdeutungen — Oberoligozän und Mittelmiozän — und mit Rücksicht darauf, daß im allgemeinen auf tierischen Resten beruhende Altersbestimmungen für sicherer erachtet zu werden pflegen als solche, die sich auf Pflanzenabdrücke stützen, muß es den genannten Aufnahmegeologen, besonders E. Tietze (Grundlinien etc., I. c. S. 148), als Verdienst angerechnet werden, daß sie sich vorerst einer ausgesprochenen Stellungnahme enthielten. Denn tatsächlich hatte Neumayr unrecht, da, wie oben dargelegt wurde, alle vorpontischen Braunkohlenablagerungen Bosniens und der Hercegovina, deren Alter sich zur Zeit überhaupt genauer feststellen läßt, älter als mittelmiozän sind und viele davon zweifellos mehr oder weniger tief in das Oligozän hinabreichen.⁴³⁾ Damit ist allerdings nicht ausgeschlossen, daß eine oder die andere, namentlich von den entfernter vom äußersten Umfang der mittelmiozänen Meerestransgression gelegenen Ablagerungen auch erst im Jungmiozän entstanden sein könnte, jedoch kennen wir dermalen kein einziges sicheres Beispiel dafür.

Während im Falle Zenica D. Stur schon auf Grund sehr weniger Pflanzenabdrücke das Alter der betreffenden Schichten zutreffend bestimmen konnte, hat in anderen Fällen die Altersdeutung der kohlenführenden Ablagerungen nach ihrer fossilen Flora versagt. Es gilt dies namentlich von der Kohlen-

⁴²⁾ Grundlinien etc. S. 305.

⁴³⁾ Vgl. Katzer: Zur näheren Altersbestimmung des Süßwasserneogens in Bosnien. Zentralblatt f. Mineralogie etc. Stuttgart 1901, S. 227. — Geologischer Führer durch Bosnien u. d. Hercegovina, 1903, S. 33. — Die Braunkohlenablagerung von Ugljevik. Berg- und hüttenmänn. Jahrbuch, 55. Bd., 1907, Sep., S. 9 ff. — Die Braunkohlenablag. von Banja Luka in Bosnien. Ebd. 61. Bd., 1913, Sep., S. 18.

ablagerung von Tuzla, speziell Kreka, die ganz unzweifelhaft pontisch ist, deren fossile Flora jedoch nach den Bestimmungen H. Engelhardts einen Charakter aufweist, nach welchem sie, wenn ihr pliozänes Alter nicht mit absoluter Sicherheit bekannt wäre, unbedenklich als miozän angesprochen werden müßte.⁴⁴⁾ Das könnte vermuten lassen, daß vielleicht auch andere tertiäre Lokalfloren älter ausschauen als sie in Wirklichkeit sind, was durch die Annahme erklärlich wäre, daß in Bosnien-Hercegovina, bzw. auf der ganzen Balkanhalbinsel, zur jüngeren Tertiärzeit ein wärmeres und feuchteres, mehr tropisches Klima geherrscht habe als zur gleichen Zeit in den nördlicheren Gegenden Europas, die zum Vergleich herangezogen zu werden pflegen, und in welchen sich daher in der Flora Anklänge an die Gegenwart mehr geltend machen. So einfach liegt aber die Sache nicht, wie schon daraus erhellt, daß z. B. in der nach Engelhardt jungoligozänen (aquitaischen) Flora von Foča⁴⁵⁾ Arten, die auf ein wärmeres Klima hinweisen würden, sehr spärlich sind, wohingegen der Gesamtcharakter der Flora entschieden für ein gemäßigtes Klima spricht. Die nähere Altersbestimmung der jungtertiären Kohlenablagerungen Bosniens und der Hercegovina, oder gar einzelner ihrer Horizonte, bloß und allein nach den fossilen Pflanzenresten, welche sie einschließen, hat somit ihre Schwierigkeiten; es bietet aber doch einen sehr wertvollen Anhalt zur Beurteilung der Beziehungen zu anderen Tertiärfloren Mitteleuropas, daß H. Engelhardt, gewiß einer der besten Kenner der tertiären Floren überhaupt, alle von ihm bearbeiteten vorpontischen Lokalfloren Bosniens und der Hercegovina für oligozän erklärt.⁴⁶⁾ Soweit er sich diesbezüglich äußert, zählt er die allermeisten zum jüngeren

⁴⁴⁾ Vgl. H. Engelhardt: Beiträge zur Kenntnis der tertiären Flora der weiteren Umgebung von Donja Tuzla in Bosnien. Mit einer Einleitung von F. Katzer. Wissenschaftl. Mitteilungen aus Bosnien-Hercegovina. 9. Bd., Wien 1904, S. 318 ff. bes. 324.

⁴⁵⁾ Tertiärpflanzen von Foča in Südostbosnien. Wissenschaftl. Mitteilungen etc. L. c. 11. Bd., Wien 1909, S. 491 ff.

⁴⁶⁾ Die bezüglichen Arbeiten H. Engelhardts sind im Glasnik zemaljskog Muzeja u Bosni i Hercegov. vom XIII. Bd., 1901, ab sowie in den Bänden IX (1904), XI (1909), XII (1912) und XIII (1916) der Wissenschaftl. Mitteilungen aus Bosnien u. d. Hercegov. erschienen. Diese höchst anerkennenswerten Beiträge zur Kenntnis der fossilen Tertiärfloren Bosniens und der Hercegovina fortzusetzen, wie er es beabsichtigte, war dem kürzlich verstorbenen, bis in sein hohes Alter unermüdeten Forscher leider nicht mehr beschieden.

Oligozän, so insbesondere die Florulen der Kohlenablagerungen von Svodna-Vragolovo bei Bosnisch Novi; vom Jelovacsattel bei Prijedor; von Banja Luka; von Kamengrad-Sanskimost; von Prozor, Bugojno, Mostar, Županjac, Livno; von Teslić; von Zenica, Kakanj, Breza und anderen Fundpunkten der Zenica—Sarajevoer Ablagerung; aus dem Oskovagebiete und von Foča; die er alle ins Tortonien oder Aquitanien stellt, bzw. mit den Sotzkaschichten parallelisiert, wiewohl er gelegentlich andeutet, daß sich bei einzlenen auch ein älterer Einschlag geltend macht. Nur die Flora von Bjelobrd bei Višegrad scheint ihm sicher dem Unteroligozän (Ligurien) anzugehören und mit jener von Häring in Tirol gleichzustellen zu sein.

Mit diesen Altersdeutungen stehen jedoch die Parallelierungsversuche, welche auf Grund der tierischen Reste unternommen wurden, im Widerspruch oder lassen sich mit ihnen doch nur sehr bedingt vereinigen. Allerdings ist die Kenntnis der fossilen Fauna der oligomiozänen Kohlenablagerungen Bosniens und der Hercegovina heute noch sehr lückenhaft, da sie sich auf die Ergebnisse einer Anzahl von Einzeluntersuchungen⁴⁷⁾ beschränkt, während systematische Bearbeitungen umfangreicherer Materialien noch gänzlich fehlen. Es bleibt indessen immerhin bemerkenswert, daß die Fauna der oligomiozänen Kohlenablagerungen Bosniens und der Hercegovina, im Gegensatze zur Flora, einen jüngeren Anstrich zu besitzen scheint, als ihrem wirklichen Alter entspricht. Soglaubt Sp. Brusina⁴⁸⁾ der ihm allerdings nur zum geringen Teil bekannt gewordenen Fauna der jungtertiären Binnenlandbildungen Südbosniens und der Hercegovina miozänes Alter zuschreiben zu sollen, während Engelhardt die bezüglichen Florulen für oligozän hält. Besonders auffallend ist aber dieser Gegensatz in Bezug auf die Säugetiere, namentlich Antilopen und Proboscidier. Z. B. im Bauflöz der Braunkohlenablagerung von Banja Luka eingebettet vor-

⁴⁷⁾ Diese stammen von M. Neumayr, Th. Fuchs, A. Bittner, Sp. Brusina, K. Andrusow, Fr. Siebenrock, K. Kramberger-Gorjanović, A. Hofmann, F. Katzer u. a. und sind überwiegend erst in den letzten Jahren im Glasnik und in den Wissenschaftl. Mitteilungen, l. c., erschienen. Auf einzelne wird weiterhin näher verwiesen.

⁴⁸⁾ Gragja za neogensku malakološku faunu Dalmacije, Hrvatske etc. Agram 1907, S. XV.

kommande Skelettreste von *Antilope cf. clavata* Lart. und *Dorcatherium (Hyaemoschus) Rogeri* Hofm. erachtet A. Hofmann⁴⁹⁾ als für das miozäne Alter dieses Flözes entscheidend, wogegen H. Engelhardt⁵⁰⁾ die Flora der nach der Lagerung ganz unzweifelhaft beträchtlich jüngeren hohen Hangendschichten des Flözes für oligozän erklärt. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei Konjic, wo im unmittelbaren Hangenden des Kohlenflözes bei Repovica massenhaft vorgefundene Reste von *Dinotherium bavaricum* Mey. und *Mastodon angustidens* Cuv. von A. Hofmann als ausschlaggebend für das, wie er⁵¹⁾ sagt, „unbedingt obermiozäne Alter“ dieses Flözes angesehen werden, während die sonstige Fauna und Flora mit der anderwärts als oligozän erwiesenen übereinstimmt. Es scheint hiernach fast, als ob gewisse Wirbeltiere, welche in Mittel- und Nordeuropa auf jungmiozäne und pliozäne Schichten beschränkt sind, in Bosnien-Herzegovina, oder vielleicht auf der ganzen Balkanhalbinsel, schon viel früher, nämlich im Altmiozän und Oligozän, gelebt hätten. Würde sich diese Schlußfolgerung durch weitere Forschungen als begründet herausstellen, so käme ihr natürlich auch ausschlaggebende Bedeutung für die Beurteilung der Altersbeziehungen der sonstigen oligomiozänen Fauna Bosniens und der Herzegovina zu den jungtertiären Faunen Mittel- und Nordeuropas zu.

Man mag hieraus ersehen, welche schwierigen und wichtigen Fragen der paläontologischen Entwicklung und Äquivalenz gerade in Bezug auf die kohlenführenden Binnenlandablagerungen des älteren Jungtertiärs in Bosnien und der Herzegovina noch ihrer Lösung harren und daß es daher gar nicht möglich ist, in jedem Falle eine genaue Altersbestimmung dieser Bildungen durchzuführen. Deshalb bleibt es vorderhand geboten und zweckmäßig, um es nochmals zu wiederholen, sie, wie ich es schon vor Jahren proponiert und seitdem geübt habe, als oligomiozän zusammenzufassen, zumal dadurch das wahre Alter doch enger umschrieben wird, als z. B. durch die verschiedendeutige Bezeichnung „neogen“.

Die Unsicherheit der engeren Altersbegrenzung der oligomiozänen Kohlenablagerungen Bosniens und der Herzegovina

⁴⁹⁾ Wissenschaftl. Mitteilungen etc. L. c. XI, 1909, S. 558.

⁵⁰⁾ Ebendort, IX, 1904, S. 386 u. XII, 1912, S. 622.

⁵¹⁾ Ebendort, I. c., S. 564.

gestattet natürlich auch nur eine ungefähre Parallelierung mit Kohlenvorkommen in anderen Ländern. Sie entsprechen im Alter beiläufig den Kohlenbildungen von Trifail in Steiermark, von Gran (Esztergom) und Vértes in Ungarn, des Zsiltales in Siebenbürgen, der vorbasaltischen Braunkohle Nordwestböhmens, der Kohle der Cyrenenmergelzone des Mainzer Beckens, der unteren Molasse Süddeutschlands und der Schweiz, den Kohlen von Zovenedo und Monteviale in Oberitalien, den Faluns von Bazas und Mérignac bei Bordeaux. Auf der Balkanhalbinsel scheinen ihnen die Kohlen des Beckens von Plevlje, vielleicht auch die Kohle der Liegendschichtengruppe der großen südlicheren Becken (Priština, Ūsküb, Ovčepolje etc.) gleichzustellen zu sein; jedoch läßt sich bei der ganz unzulänglichen Kenntnis derselben vorläufig noch nichts sicheres darüber sagen. Es scheint indessen, daß auch manche andere jungtertiäre kohlenführende Binnenlandbildungen der Balkanhalbinsel, namentlich Dalmatiens, welche in der Literatur als pontisch gelten, in Wirklichkeit älter sind und ebenfalls mit den vormittelmiozänen Kohlen Bosniens und der Hercegovina zu parallelisieren sein dürften.

Diese allgemeinen Darlegungen vorausgeschickt, soll nunmehr auf die einzelnen oligomiozänen Kohlenablagerungen Bosniens und der Hercegovina näher eingegangen werden:

1. Die Zenica-Sarajevoer Braunkohlenablagerung.

Diese größte und wichtigste, inmitten Bosniens gelegene oligomiozäne Braunkohlenablagerung besitzt eine Oberflächenausdehnung von rund 900 km². Sie erstreckt sich von Gučagora bei Travnik in südöstlicher Richtung bis Vrela südlich von Sarajevo in einer Länge von fast 77 km und hat ihre größte Breite von 24 km in der Gegend von Visoko zwischen Kiseljak und Striževo. Da ihre südwestliche Begrenzung durch eine Bruchzone bewirkt wird und daher ziemlich geradlinig ist und sie sich von der größten Breite sowohl gegen Südosten, als auch gegen Nordwesten zu rasch verengt, erhält sie dadurch einen Umriß von der ungefähren Gestalt eines niedrigen ungleichseitigen Dreieckes mit abgestumpften Basisecken. Die Ablagerung ist eine lakustre, bzw. palustre Bildung, d. h. sie ist in einem teilweise versumpften Seebecken entstanden, dessen Grenzen über ihren heutigen Umfang mehr oder weniger weit hinausreichten und

von dessen mechanischer und chemischer Ausfüllung sie in ihrer gegenwärtigen Gestalt nur einen infolge tiefer tektonischer Einsenkung in das Grundgebirge sowie Widerstandsfähigkeit der Hangendgesteine vor der Abtragung bewahrt gebliebenen Teil darstellt.

Das Grundgebirge, auf welchem sich die Zenica—Sarajevoer Braunkohlenablagerung ausbreitet, ist sehr mannigfaltig. Im Norden und Osten, in der ganzen Umrandung von Zenica bis Vogošća, wird es von kalkigen und flyschigen, wesentlich der Kreide, untergeordnet auch dem Jura angehörigen Gesteinen gebildet; im Südosten und Süden, von Vogošća über Sarajevo und Vrela bis Kiseljak, gehört es hauptsächlich verschiedenen Stufen der Trias an; auf der Südwestseite, von Kiseljak bis Mošunj bei Travnik, wird es mit einer kurzen Unterbrechung westlich der Eisenbahnstation Busovača, wo Kalke anstehen, von wahrscheinlich paläozoischen Phylliten des mittelbosnischen Schiefergebirges eingenommen; und am nordwestlichsten Ausläufer, von Mošunj bis Gučagora, besteht es wieder aus Gesteinen der Kreide. Dazu kommt noch bei Podkraj nächst Kiseljak Quarzporphyr und an einer Stelle bei Vrača östlich von Zenica wahrscheinlich dem Eozän angehöriger tuffitischer Sandstein, so daß die Verschiedenartigkeit des Grundgebirges sowohl nach Formationszugehörigkeit als auch nach Gesteinsbeschaffenheit sehr groß ist. Die Beeinflussung des petrographischen Charakters der Sedimente der Zenica—Sarajevoer Braunkohlenablagerung durch diese Mannigfaltigkeit des Grundgebirges ist jedoch keine besonders auffallende, hauptsächlich deshalb, weil sie beitem überwiegend kalkig sind, u. zw. auch dort, wo das Grundgebirge nicht aus kalkigen Gesteinen besteht. Es ist dies ein Beweis, daß die Ausfüllung des Zenica—Sarajevoer Kohlenbeckens vorzugsweise aus dem Bereiche der umgebenden Kalkgebirge stattfand, u. zw. nach den grobklastischen Bestandteilen der Sedimente zu urteilen, anfangs mehr vom Norden, später mehr vom Nordwesten (Vlašićplanina und ihrem Vorland) und vom Süden, aus dem Gebiete: Kobilaglava—Kiseljak—Kreševo, her. Im einzelnen allerdings ist auch die Beteiligung des nicht kalkigen Grundgebirges an der Zusammensetzung der oligomiozänen Schichten vielfach zu beobachten, jedoch macht sie sich nicht zonenweise, der räumlichen Entfaltung dieser Gesteine entsprechend, sondern nur lokal deutlicher geltend, besonders entlang der südlichen und

südwestlichen Begrenzung der Ablagerung. Hier besteht nämlich das Grundgebirge an zahlreichen Stellen in der Sarajevoer Bucht, ferner auf ansehnlichen Strecken zwischen Hadžići und Kiseljak aus Schiefen und Sandsteinen der Werfener Schichten und weiter nordwestlich auf einer Erstreckung von mehr als 30 km hauptsächlich aus verschiedenen, zum Teile hochkristallinen gneis- oder glimmerschieferartigen Phylliten, in welchen zahlreiche Nester und Gänge von Quarz aufsetzen und die weiter südwestlich von mächtigen Quarzporphyreergüssen durchbrochen werden.⁵²⁾ Wiewohl nun auch hier die angrenzenden, zum großen Teil grobklastischen Tertiärschichten vorwiegend ebenfalls kalkig sind, treten stellenweise doch schieferige, phyllitische oder porphyrische Bestandteile mehr hervor, wie z. B. in dem sehr grobkörnigen Konglomerat bei Stara Zenica oder im Konglomerat bei Busovača oder in dem der gleichen Stufe angehörigen Sandstein bei Ladići N. von Počulica (südwestlich von Zenica) u. a. Gangquarz hingegen ist in allen klastischen Sedimenten der Zenica—Sarajevoer Braunkohlenablagerung eine Seltenheit, während er in den sich über dem Jungtertiär ausbreitenden diluvialen Schottern und in den quartären Anschwemmungen der aus dem mittelbosnischen Schiefergebirge herabkommenden Bäche, namentlich der Gegend von Busovača und Vitez, ungemain verbreitet ist.⁵³⁾

Diese immerhin auffallende Tatsache weist darauf hin, daß die Erosionsbedingungen im Jungtertiär offenbar noch völlig anders waren als im Quartär. Das könnte in zweierlei Richtung der Fall gewesen sein: entweder bestand im Tertiär eine solche orographische Gestaltung des Gebietes des heutigen mittelbosnischen Schiefergebirges, daß von dort aus eine erhebliche Zufrachtung von klastischem Materiale in das Zenica—Sarajevoer Braunkohlenbecken nicht stattfinden konnte, oder aber das mittelbosnische Schiefergebirge war im Jungtertiär zumindest auf seiner dem

⁵²⁾ Bezüglich der Verbreitung der Formationen und Gesteine sei auf die geologische Übersichtskarte Bosniens und der Hercegovina i. M. 1 : 200.000 sowie auf das geolog. Formationsumrißblatt „Zenica-Vareš“ i. M. 1 : 75.000 verwiesen.

⁵³⁾ Die Quarzgerölle, die oft beträchtliche Dimensionen aufweisen, werden seit vielen Jahren durch Zusammenklauben und Ausgraben für industrielle Zwecke gewonnen.

Zenica—Sarajevoer Braunkohlenbecken zugekehrten Flanke von Kalken bedeckt, die erst vollständig abgetragen werden mußten, ehe die Erosion in das unterlagernde Phyllitgebirge eingreifen konnte.

Für diese letztere Annahme scheint nicht nur der oben dargelegte Umstand zu sprechen, daß die Gesteine des angrenzenden Tertiärabschnittes überwiegend kalkig sind, sondern auch, daß am Fuße des Schiefergebirges nordwestlich von Busovača und südöstlich von Travnik bei Bučići und Mošnj Dolomite und Kieselkalken anstehen, die wegen ihres vermutlichen Zusammenhanges mit der Hippuritenkreide der Vlasie planina ebenfalls zur Kreideformation gezählt werden und es daher wohl denkbar wäre, daß diese abgesunkenen Schollen nur Überreste einer Kalk- und Dolomitdecke sind, die sich einstmals über einem Teile der Nordabdachung des mittelbosnischen Schiefergebirges ausgebreitet haben könnte. Dieser Annahme steht jedoch das Bedenken entgegen, daß die tertiäre Abtragung der Kalkdecke hätte derart absolut vollkommen sein müssen, daß innerhalb des Schiefergebirges nirgends auch nur die leiseste Spur von ihr zurückblieb, was insofern sehr unwahrscheinlich ist, als dann bei der Unebenheit der Auflagerungsfläche zweifellos auch die phyllitisch-porphyrische Unterlage hätte von der Erosion wenigstens stellenweise stark mitgenommen werden müssen, was unvermeidlich zur Folge gehabt haben würde, daß wieder diese Gesteine im klastischen Materiale der Tertiärschichten sehr viel reichlicher vertreten sein würden, als es tatsächlich der Fall ist. Es scheint demnach nur die erste der beiden supponierten Möglichkeiten zuzutreffen, nämlich daß die orographische Gestaltung des mittelbosnischen Schiefergebirges zur Jungtertiärzeit wirklich eine solche war, daß die Einschwemmung klastischen Materials von dort her in das Zenica—Sarajevoer Seebecken nicht in erheblichem Ausmaß erfolgen konnte. Es führt daher auch diese Erwägung zu dem Schlusse, daß es hauptsächlich die nordwestliche, östliche und südliche Umrandung war, von woher die mechanische Zufrachtung der Bestandteile der Trümmergesteine erfolgte, die am Aufbau der Zenica—Sarajevoer Braunkohlenablagerung beteiligt sind. Der Ton- und Glimmergehalt der feinklastischen Sedimente, namentlich der mergeligen Sandsteine und Tegel der südöstlichen Ablagerungserstreckung, scheint wesentlich aus den Werfener, zum Teil auch aus den phyllitischen

Schiefern und den schieferigen glimmerigen Einschaltungen der flyschigen Grundgebirgsumrandung herzuführen.

Die Ablagerung besitzt in ihrem mittleren und nördlichen kohlenreichen Hauptabschnitt keinen beckenförmigen, sondern einen einseitigen Bau, indem bei durchwegs gegen Südwesten gerichtetem Einfallen die ältesten Schichtenglieder nur am Nordostrande zutage treten und gegen den südwestlichen Rand zu von stets jüngeren Schichtenstufen bedeckt werden. Dadurch ist bewirkt, daß diese letzteren fast vier Fünftel der ganzen Oberflächenerstreckung der Ablagerung einnehmen, während die ersteren nur auf einen verhältnismäßig schmalen Streifen entlang des nordöstlichen Beckenrandes beschränkt sind.

Verfolgt man die Schichten bezüglich ihrer petrographischen Beschaffenheit von den liegendsten zu den hangendsten, so erhält man einen instruktiven Einblick in die Verhältnisse ihrer Entstehung. Vorläufig sollen die Schichtenstufen hier weder genauer charakterisiert noch gegen einander abgegrenzt werden, was erst weiter unten im einzelnen durchgeführt werden wird; aber schon ein allgemeiner Überblick läßt aus ihrer Reihenfolge vier Phasen der Beckenausfüllung erkennen: Zuerst fand überwiegend mechanische Sedimentation statt; sodann vorwaltend chemische; hernach abermals, u. zw. in intensiver und anhaltender Weise, mechanische Sedimentation; und zum Schlusse nach einer Unterbrechung, in welcher neue, räumlich beschränkte Wasseransammlungen erfolgten, abwechselnd mechanische und chemische Ausfüllung.

In der ersten Phase entsprechenden Liegendpartie am nordöstlichen Rande der Ablagerung überwiegen bei weitem feinklastische Sedimente, namentlich Sandsteine und sandige Tegel, während grobklastische Gesteine: Breccien und Konglomerate, nur lokal in mäßiger Ausdehnung bei stark wechselnder Mächtigkeit entwickelt sind. Es können die Bedingungen ihrer Entstehung, z. B. Einmündungen schuttreicher Wasserläufe, somit nur stellenweise bestanden haben. Im Sandstein eingeschaltete, von tonigen Schichten begleitete Kohlenflöze weisen auf Unterbrechungen der normalen Sedimentation hin, womit die Möglichkeit einer Aufspeicherung von Kohlensubstanz verbunden war. Diesen ähnliche Verhältnisse beherrschen völlig die nächst jüngere Phase, die durch chemische und organogene Kalkausscheidungen und wiederholte, mächtige Flözbildungen charakterisiert ist. Dann

beginnt eine anhaltende Periode mechanischer Sedimentation zunächst mit feinschlammigen, sich sukzessive vergrößernden Absätzen, die sodann mit grobsandigen Einlagerungen alternieren, welche schließlich allein herrschend, aber allmählich auch ihrerseits von sehr grobem Gerölle verdrängt werden, das sich in gewaltiger Mächtigkeit aufhäufte. Hernach erst erfolgte nach einer Unterbrechung die vierte Phase.

Aus dieser flüchtigen Übersicht ergibt sich von der Entwicklung der Zenica—Sarajevoer Braunkohlenablagerung die Vorstellung, daß das ausgedehnte Seebecken, welchem sie ihre Entstehung verdankt, sich vom östlichen und nördlichen Rande her auszufüllen begann. Nur an wenigen Stellen brachten Zuflüsse mit stärkerem Gefälle schweres Geschiebe herbei, woraus die wenig verbreiteten Liegendkonglomerate der Ablagerung entstanden, während ansonsten dem Becken fast nur feinsandige und schlammige Sinkstoffe zugeführt wurden. Weit ausgedehnte Erstreckungen des Seebeckens versumpften und hier fand die durch Wasserpflanzen begünstigte Kalkausscheidung sowie die Anhäufung von Pflanzenstoffen statt, welche die Entstehung der Süßwasserkalke und der Flöze der mittleren kohlenreichen Stufen der Ablagerung bewirkten. Die darüber folgenden fein- und grobklastischen Sedimente setzen die mechanische Sedimentation fördernde Verhältnisse voraus. Offenbar herrschte längs der Südwestseite des einstigen Sees tieferes Wasser, bzw. es fand hier eine fortschreitende Vertiefung des Seebeckens statt. Denn anfänglich erfolgte nur der Absatz von tonigem und feinsandigem Schlick, später setzte aber in gewaltigem Ausmaße die Zufuhr von grobklastischem Material, von Sand, Geschieben und schwerem Gerölle ein, was eine beträchtliche Erhöhung der Erosions- und Transportkraft der dem Becken zuströmenden Wasserläufe zur Voraussetzung hat. Das erfordert aber eine Vergrößerung des Gefälles, die kaum anders bewirkt worden sein kann, als durch relative Vertiefung des südwestlichen Teiles des Seebeckens, die somit während der Bildungszeit der grobklastischen Hangend-schichten der Zenica—Sarajevoer Braunkohlenablagerung stattgefunden und bis fast zur Ausfüllung des Beckens andauert haben muß. (Vgl. Abb. 17 und 18.)

Diese Absinkung des Seebodens erfolgte längs der Bruchlinie, welche die Ablagerung im Südwesten begrenzt. Zweifellos ist auf diesen tektonischen Vorgang zum guten Teil, nämlich

abgesehen von späteren Störungen, die einseitig geneigte Lagerung der kohlenführenden Schichten zurückzuführen, aber es wäre gefehlt, damit auch die einseitige Entwicklung der Ablagerung erklären zu wollen. Diese ist vielmehr unbezweifelbar ursprünglich, von Haus aus bestanden und nicht bloß scheinbar, durch spätere tektonische Vorgänge bedingt, wenn auch durch dieselben deutlicher zur Erscheinung gebracht. Der beste Beweis dafür liegt darin, daß entlang des ganzen südwestlichen Randes der Ablagerung in der über 50 *km* langen Erstreckung vom Bilatale (östlich von Travnik) bis Rakovica (nördlich von Hadžići) nur Hangendkonglomerate am Grundgebirge abstoßen und nirgends ein Ausbeißen auch nur der nächst älteren, geschweige der tieferen Schichtenstufen beobachtet wird. Allerdings kommen z. B. bei Maurovići, bei Kiseljak, Rakovica u. a. im Verbande mit den Konglomeraten Mergel zutage, sie sind jedoch petrographisch und faunistisch von den schüttigen Mergeln und Tegeln, welche auf der Nordostseite das mächtig entwickelte normale Liegend der Konglomerate bilden, vollkommen verschieden und ähneln eher den Mergeln, welche bei Breza die tiefsten Kohlenflöze begleiten. Es scheinen lokale Bildungen vom Beginne der Beckenausfüllung zu sein. Jedenfalls sind weder geschleppte oder eingeklemmte, mitabgesunkene Schollen der an der Nordostseite der Ablagerung Hunderte von Metern Mächtigkeit erreichenden normalen Liegendschichten der Konglomerate auf der Südwestseite vorhanden, noch gibt es hier irgendwo eine Spur von Erosionsresten etwa über das benachbarte Grundgebirge ausgebreitet gewesener Partien dieser Liegendschichten, was doch sicherlich zu erwarten wäre, wenn die Ablagerung aller Schichtenstufen im ganzen Becken regelmäßig übereinander erfolgt wäre, also die jüngeren in ihrer ganzen Ausdehnung von den jeweils älteren unterlagert würden. Man darf demnach begründeterweise annehmen, daß dies keineswegs der Fall ist, sondern daß wenigstens im nordwestlichen kohlenreichen Teile der Ablagerung die unteren Schichtenstufen vom nordöstlichen Rande gegen die Mitte zu eine nach der anderen auskeilen, so daß schließlich die jüngsten, entlang des südwestlichen Randes über die älteren hinweggreifend, unmittelbar auf dem Grundgebirge aufliegen. (Vgl. die Profile Abb. 17, 18.) Hingegen kann es keinem Zweifel unterliegen, daß erhebliche Teile

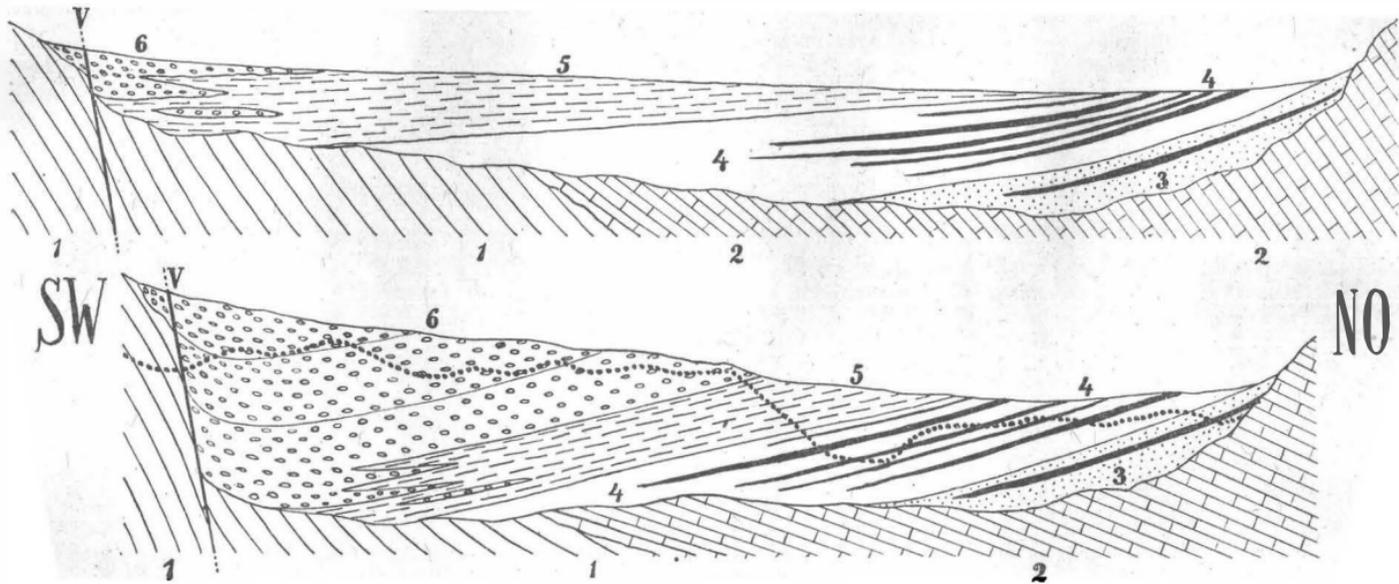


Abb. 17 und 18. Zwei schematische Profile zur Erläuterung der einseitigen Entwicklung der Zenica-Sarajevoer Braunkohlenablagerung.

1 = Phyllit und Porphyroid. 2 = Jungmesozoikum, zumeist Platten- und Mergelkalke der Kreide. 3, 4, 5 und 6 = Binnenland-Oligomiozän, und zwar: 3 (punktiert) Liegend-Schichtenzone; 4 untere flözreiche Partie der mittleren Schichtenzone; 5 schüttige Mergel, sandige Tegel und Sandsteine, 6 Konglomerate des oberen Teiles der mittleren Schichtenzone. V—V Absinkungsbruch.

Das obere Profil veranschaulicht das Fortschreiten der Beckenausfüllung auf der Südwestseite infolge der hier beginnenden Absinkung, während im Anfange die Ausfüllung von der Nordostseite erfolgt war. Das untere Profil zeigt die gewaltige Mächtigkeitszunahme der grobklastischen Sedimente entlang des Südwestrandes der Ablagerung infolge der durch die fortschreitende Absinkung beständig zunehmenden Vertiefung des Beckens. Die punktierte Linie deutet die durch Erosion herausgebildete heutige Oberflächengestaltung an.

der gegenwärtig in der nordöstlichen Randzone am Tage anstehenden älteren Schichten ursprünglich von den jüngeren bedeckt waren und daß sie erst durch die quartäre, von jugendlichen Störungsvorgängen unterstützte Erosion bloßgelegt wurden.

Da diese überwiegend sandigen und mergeligen Liegend-schichten leichter erodierbar sind als die festen Hangend-konglomerate, so fand in ihrem Bereiche die größte Abtragung statt, über deren sehr bedeutenden Umfang sowohl die einzelnen, noch heute tief in das Grundgebirge eindringenden Ausbuchtungen der Ablagerung als auch die sich an sie anschließenden isolierten Schollen, von welchen die entfernteste bei Puhovac östlich von Zenica liegt, einigen Aufschluß bieten. Diese nunmehr die ganze nordöstliche und südliche Randzone der Zenica—Sarajevoer Braunkohlenablagerung einnehmenden, minder widerstandsfähigen Liegendgesteine zeigen flachwellige und hügelige Geländeformen, breite Täler und ausgedehnte Flußebenen. Die im südwestlichen Teile der Ablagerung herrschenden Konglomerate bilden dagegen ein stark gegliedertes Mittelgebirge von 700 bis 900 *m* mittlerer Seehöhe, welches aber im Humberge (südöstlich von Lašva) auf 1281 *m*, d. i. mehr als 900 *m* über die nur 3 *km* entfernte Bosnafurche ansteigt und zu den ansehnlichsten Erhebungen im Raume zwischen der Vlašić planina und der Saveniederung gehört.

* * *

Die Zenica—Sarajevoer Braunkohlenablagerung ist in drei Horizonten kohlenführend und gliedert sich danach naturgemäß in drei Schichtenzonen, welche die entsprechenden Flöze, bzw. Flözgruppen einschließen, nämlich:

- a) Liegend-Schichtenzone mit der Liegendflözgruppe;
- b) Mittlere Schichtenzone mit der Hauptflözgruppe;
- c) Hangend-Schichtenzone mit den Hangendflözen.

Die liegende und die mittlere Schichtenzone hängen engstens zusammen und bilden eigentlich eine stratigraphische Einheit. Mit Rücksicht auf ihre große Mächtigkeit und die verschiedene Kohlenführung empfiehlt es sich jedoch schon aus praktischen Gründen, sie zu trennen. Die Hangend-Schichtenzone, welche nur entlang des südwestlichen Randes der Ablagerung entwickelt ist und zum Teil direkt auf dem

Grundgebirge transgrediert, macht sich hingegen auch dort, wo sie über der mittleren Schichtenreihe folgt, durch ihre stets diskordante Auflagerung als selbständige Schichtenabteilung geltend.

Während die petrographische Entwicklung und Mächtigkeit der Liegend- und der Hangend-Schichtenzone, namentlich der ersteren, verhältnismäßig konstant ist, unterliegt sowohl die Ausbildung als auch die Mächtigkeit der mittleren Zone erheblichen Änderungen.⁵⁴⁾ Im nördlichen kohlenreichen Ablagerungsabschnitte weist sie nämlich eine abwechslungsreiche Gliederung bei relativ beträchtlichen Mächtigkeiten der einzelnen Stufen auf; gegen Südosten zu erfährt sie jedoch infolge Auskeilens mehrerer Kohlenflöze und ihrer Begleitschichten, bei gleichzeitigen faziellen Veränderungen der weiter fortstreichenden, eine derartige Mächtigkeitsreduktion, daß nicht nur eine Gliederung wie in der nordwestlichen Ablagerungserstreckung undurchführbar, sondern beim Fehlen ausreichend zusammenhängender Aufschlüsse selbst die Identifizierung der Flöze ungemein erschwert oder ganz unsicher wird.

Für die Lösung der infolgedessen noch bestehenden Ungeklärtheiten werden weitere umfassende bergmännische Aufschlüsse von besonderer Wichtigkeit sein.

a) Die Liegend-Schichtenzone mit der Liegendflözgruppe.

Diese Schichtenzone tritt, wie oben schon bemerkt wurde, nur am nordöstlichen Rande der Ablagerung zutage, u. zw. hauptsächlich in der fast 30 km langen Erstreckung zwischen Kakanj (südöstlich von Zenica) und Podgora (östlich von Visoko). In geringer Ausdehnung steht sie auch nördlich von Zenica an. Kleine isolierte Schollen, Erosionsreste ihrer einstmals weit nach Norden reichenden Ausdehnung, bildet sie bei Subotinje, Ponihovo und Puhovac⁵⁵⁾ nördlich von

⁵⁴⁾ Durch die folgenden Darlegungen wird meine Abhandlung über die „Entwicklung der Braunkohlenablagerung von Zenica“ (Wissenschaftl. Mitteil. aus Bosnien-Herzegovina, IX. Bd., 1904, S. 305) dem Fortschritt der Erforschung entsprechend ergänzt.

⁵⁵⁾ Bezüglich der Schreibweise der Ortsnamen sei bemerkt, daß sie sich durchwegs an die in den neueren Publikationen des Statistischen Departements in Sarajevo angewendete hält, weil sie sprachlich richtiger ist als die früher übliche und noch in den meisten Karten benützte Schreibart.

Kakanj sowie bei Budoželj südlich von Vareš und möglicherweise sind ihr auch die unter die Tegel der mittleren Schichtenzone einfallenden Konglomerate am Rande der Ablagerung bei Poljane und Radova nördlich von Sarajevo zuzuzählen. In der Randerstreckung zwischen Kakanj und Zenica ist diese Liegendzone nur undeutlich oder spurenweise entwickelt, wie z. B. im Mutnicatale, so daß hier die mittlere Abteilung teilweise über ihren Rand hinweg auf dem Grundgebirge zu transgredieren scheint. Sollte sich diese Annahme, z. B. gelegentlich von Tiefbohrungen o. dgl., bestätigen, so wäre dies ein weiterer, sehr beweiskräftiger Grund für die von uns vorgenommene Trennung der beiden Schichtenzonen.

Im übrigen ist die Liegendzone, wie die kartographische Aufnahme⁵⁶⁾ klar zeigt, hauptsächlich dort entwickelt, wo sich das Binnenlandtertiär in das Grundgebirge hinein ausweitete, wonach es scheint, daß sie in Buchten zur Ablagerung gelangte, die schon im ursprünglichen Beckenumriß vorgezeichnet waren und durch spätere tektonische Vorgänge so vertieft wurden, daß sich die Liegendschichten darin erhalten und vor der Abtragung bewahren konnten.

Die petrographische Entwicklung der Liegend-Schichtenzone ist weniger veränderlich als bei ihrer immerhin ansehnlichen räumlichen Ausdehnung erklärlich erscheinen würde. Offenbar waren die Sedimentationsverhältnisse in ihrem ganzen Bereiche durchwegs ziemlich konstant, bzw. mehr allmählichen regionalen als stark schwankenden lokalen Änderungen unterworfen. Charakteristisch für diese Schichtenzone ist das Überwiegen von sandigen Schichten, Sandsteinen und sandigen Schiefertönen, mit meist ziemlich eisenschüssigem Bindemittel, welches durch Verwitterung die gelbe Färbung dieser Gesteine bewirkt; ferner von ebenfalls zumeist gelblichen oder bräunlichen, teils spröden plattigen und klingenden, teils milderer tonigen, zuweilen oolithischen Süßwasserkalken, deren ärmliche Fauna hauptsächlich aus *Helicinen* (*Strobilops*) besteht. Die lokal entwickelten Liegendkonglomerate pflegen rot gefärbt zu sein. Die Kohlenführung ist veränderlich, u. zw. scheint sie im Gegensatz zur

⁵⁶⁾ Hier sowie hinsichtlich der weiteren Ausführungen ist die Kartenbeilage zu vergleichen, auf welcher der montanistisch wichtigste Teil der Zenica—Sarajevoer Braunkohlenablagerung dargestellt ist.

Hauptflözgruppe nach Mächtigkeit und Gliederung im Nordwesten mehr komprimiert zu sein als im Südosten. Die Kohle ist in der Regel eine Glanzkohle von schönem Aussehen, öfters an Spaltflächen eine Textur aufweisend, die an Anhäufungen von Riedgräserdetritus erinnert, was mit einem etwas graphitartigen Glanz verbunden zu sein pflegt. Leider ist die Kohle bei relativ hohem Heizwert gewöhnlich ziemlich schwefel- und aschenreich. Umfassendere montanistische Untersuchungen des Liegendflözuges stehen noch aus, weshalb seine genauere Kenntnis auch noch zu wünschen übrig läßt.

Die Beschreibung einiger Profile möge zur näheren Erläuterung des Gesagten dienen.

Guten Einblick in die Verhältnisse bieten insbesondere die Aufschlüsse in den Buchten von Kakanj-Zgošća und von Breza, in ersterer namentlich das Gelände um Vrtlišće und Mramor. Hier erstreckt sich am Rande der Ablagerung entlang des steilen Südostabfalles des aus dünn-schichtigen bis plattigen, zum Teil körneligen, zum Teil mergeligen Kalken (Neokom?) aufgebauten Kičvoberges (975 m) als liegendstes Glied des Binnenlandtertiärs eine durchschnittlich 700 bis 900 m breite Zone von zumeist lebhaft rot gefärbten Konglomeraten, in die sich stellenweise Sandsteine einschieben, was jedoch seltener durch wirkliche Zwischenlagerung bedingt wird, als durch fingerförmiges Ineinandergreifen grob- und feinkörniger Sedimente, bzw. durch Deltastruktur. Bei dem wechselnden Einfallen unter vorwiegend kleinen Winkeln (15 bis 30 Grad) und bei den zahlreichen lokalen Störungen (vgl. das Profil Abb. 19) kann die wahre Mächtigkeit dieser bunten Basalkonglomerate nur beiläufig auf 200 bis 300 m geschätzt werden.

Darüber folgt eine im Mittel etwa 600 m mächtige Schichtenreihe von gelben bis braunen, eisenschüssigen, teils grob-, teils feinkörnigen, zuweilen breccienartigen Sandsteinen mit zumeist kalkig-tonigem Bindemittel, die lokal reichlich von frisch grauen, verwittert rostgelben Mergeln durchschossen werden. In solchen Partien pflegen die einzelnen Sandsteinbänke geringere Mächtigkeiten, selten über 30 cm, zu besitzen, wogegen dort, wo die Sandsteine fast allein herrschen, die Mächtigkeit der einzelnen Bänke öfters 1 m übersteigt. Die Bänke pflegen von Querklüften in würfelige Blöcke zerlegt zu sein, welche sich durch Abwitterung lockern und bei steilerer Schichtenstellung auf den aufgeweichten Mergeln abgleiten,

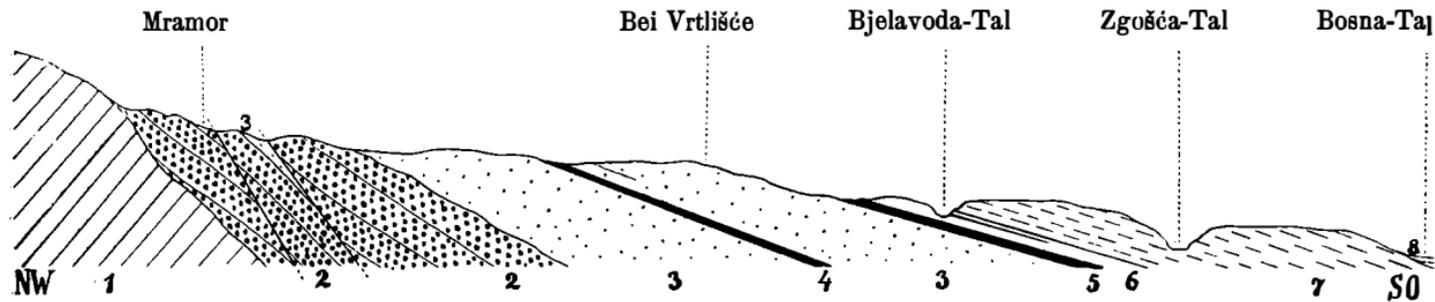


Abb. 19. Profil durch die Liegend-Schichtenzone im Gebiete von Mramor-Vrtlišće und die untere Partie der mittleren Schichtenzone bis zur Bosna beim Dorfe Doboju.

1 = Kreidegrundgebirge. 2, 3 und 4 = Liegend-Schichtenzone, und zwar: 2 = Konglomerate, 3 = Sandsteinstufe mit der Liegendflözgruppe (4). 5, 6 und 7 = mittlere Schichtenzone, und zwar: 5 = Hauptflöz von Kakanj, 6 = Mergel und Süßwasserkalke mit einem Hangendflözchen, 7 = sandige Mergel und Tegel sowie Sandstein. 8 = Bosnaquartär.

so daß das den Sandsteinabbrüchen vorgelagerte Terrain häufig wie mit Sandsteinblöcken überschüttet erscheint, wie z. B. namentlich bei Vrtilišće, Mramor, Brnj und Haušovići. Vereinzelt werden solche Blöcke auch noch sehr weit von ihrem Ursprungsorte entfernt angetroffen.

In der mittleren Partie dieser Sandsteinstufe ist die Liegendflözgruppe eingeschaltet, die anscheinend aus zwei Flözen besteht, deren unteres öfters nur durch Schmitze repräsentiert wird, während das hangende eine Mindestmächtigkeit von 3 m besitzt, lokal aber auch 6 m Mächtigkeit erreicht und ziemlich konstant entwickelt zu sein scheint, da es sich von Mramor bis Zgošća in einer Ausbißlänge von 5 km verfolgen läßt. Dann tritt weiter südöstlich eine Unterbrechung ein, die möglicherweise darin ihren Grund hat, daß in der Randzone von Zgošća bis Ričica die ganze Liegend-Schichtenzone hauptsächlich durch teils plattige, teils mehr massige mergelige Süßwasserkalke vertreten wird, wie dergleichen auch nördlich von Brnj bei Polje und Bjela voda am Rande der Ablagerung entwickelt sind. Erst südlich von Teševo im Trstjenica-Gebiete ist die Schichtenzone wieder normal gegliedert und hier schließt sie auch bei Sutjeska den Flözzug wieder ein. Die Flöze werden von Letten und Tegeln begleitet, welche stellenweise reich an cyrenenartigen Zweischalern (*Sphaerium?*), *Limnaea*en und Pflanzenabdrücken sind, deren nähere Untersuchung für die Klarstellung der Beziehungen zur ähnlichen Fauna relativ hoher Hangendschichten der mittleren Schichtenzone von Wichtigkeit sein wird. Die Sandsteine im Hangenden der Kohle enthalten nesterweise zahlreiche Schnecken mit limonitisierten Schalen, darunter eine große, wahrscheinlich neue *Melania*. Leider sind diese Reste gewöhnlich plattgedrückt und zur näheren Bestimmung ungeeignet. *Congerien* scheinen ganz zu fehlen, jedoch muß bemerkt werden, daß im Bereiche der Liegend-Schichtenzone der Kakanjer Bucht bis jetzt noch kein Fossilienfundort einigermaßen vollständig ausgebeutet wurde, weshalb auch die eventuellen faunistischen und floristischen Eigenheiten dieser Zone noch nicht genauer ermittelt werden konnten.

Während die Schichtenneigung der Liegendzone in der Kakanjer Bucht außer unmittelbar am Rande der Ablagerung im allgemeinen flach ist, kommen stellenweise doch auch erhebliche Störungen vor. Das ist beispielsweise bei Crnée der Fall, wo im Bacheinschnitte südwestlich vom Dorfe und

in der Lehne, die sich gegen Polje hinaufzieht, eins mit sehr steiler Schichtenstellung zwischen flach lagernde Partien eingesenkte Scholle der flözführenden Liegendzone aufgeschlossen ist. (Profil Abb. 20.) Das von Schiefertonen begleitete Kohlenflöz ist hier gegen 5 m mächtig, aber nicht so rein, wie weiter südwestlich bei Oštrlja und besonders zwischen Vrlišće und Mramor, wo das anscheinend gleiche Flöz mit cirka 3 m reiner Kohle durch kleine Tagbaue bloßgelegt ist. Hier holen sich die Bauern von Vrlišće im Herbst die Kohle zum Zwetschentrocknen.

Während in diesem Zuge sowie westlich von Oštrlja und unterhalb Crnée das offen anstehende Flöz nur die gewöhnlichen Verwitterungserscheinungen zeigt, wird die Flözgruppe

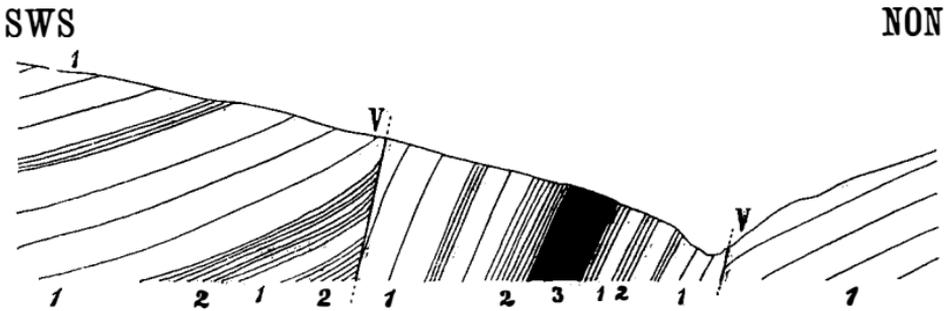


Abb. 20. Profil der flözführenden Partie der Liegend-Schichtenzone SW bei Crnée. 1 = Sandstein. 2 = Schieferton, Letten und Fegel. 3 = Kohlenflöz. V = Verwerfungen.

anderwärts durch Erdbrandgesteine vertreten, ohne daß sich bei der Unzulänglichkeit der natürlichen Aufschlüsse feststellen ließe, ob die Erdbrandzüge dem besagten, oder einem anderen, bzw. mehreren, am Ausbiß ausgebrannten Flözen angehören. Derlei Erdbrandgesteine, meist rot gebrannte Letten, werden hauptsächlich in der Erstreckung der Liegend-Schichtenzone zwischen Oštrlja, Haušovići und Zgošća an mehreren Stellen angetroffen, aber auch nordöstlich von Mramor liegt nahe am Grundgebirge den dort herrschenden Konglomeraten eine von tonigem Sandstein begleitete Scholle davon auf. Diese würde nach der stratigraphischen Stellung einem tiefen Flöz oder Schmitz der Liegendflözgruppe entsprechen; hingegen müßten die ziemlich mächtigen Erdbrandgesteine im Bacheinschnitte unterhalb Oštrlja in der Nähe der Mühle „U Blatina“ einem sehr

hohen Hangendflöz angehören, falls man sie mit dem als Leitflöz der Liegend-Schichtenzone zu bezeichnenden Flöze von Mramor-Vrtlišće in Verbindung bringen dürfte. Denn diese Erdbrandgesteine gehören einem Ausbisse an, der nach der Lagerung in der linken Talflanke zu urteilen, kaum 100 m seiger unter dem Bauflöze von Kakanj—Popi, welches den komprimierten Hauptflözzug der mittleren Schichtenzone repräsentiert, liegen würde, während der Vertikalabstand des besagten Leitflözes vom sogenannten Hauptflöz normal auf 400 bis 500 m geschätzt werden kann. Es ist dies eine von den nur durch zweckdienliche Beschürfungen zu lösenden Ungeklärtheiten der Kohlenführung der Liegend-Schichtenzone. Vorläufig müssen die Erdbrandzüge bei der „U Blatima“-Mühle zu dieser Zone einbezogen bleiben, weil sie dem bisher als solches sonst überall gültigen Unterscheidungsmerkmal der Flöze der Liegend-Schichtenzone von jenen der mittleren oder Hauptflözgruppe entsprechen, dem nämlich, daß in ihrem unmittelbaren Hangenden Sandsteinbänke, begleitet von sandigen Letten und Tegeln, auftreten, was in der Hauptflözgruppe nie der Fall ist.

Der Entwicklung der Liegend-Schichtenzone in der Kakanjer Bucht schließen sich vollkommen die nordwestlich davon befindlichen isolierten Schollen von Subotinje, Ponihovo und Puhovac, bzw. Briznik, an. Es sind, wie oben dargelegt wurde, Erosionsrelikte einer wahrscheinlich einstmals nordwärts bis über sie hinaus ausgedehnt gewesenen Ausbuchtung des ursprünglichen Beckens der Zenicaer Braunkohlenablagerung, die durch die quartäre Erosion von der Haupterstreckung abgetrennt wurden. Bis auf den heutigen Tag konnten sie sich erhalten, weil sie nicht nur in das Grundgebirge verhältnismäßig tief eingesenkt sind, sondern zum guten Teil auch deshalb, weil sie sich an schwer verwitterbare Gesteine des Grundgebirges anlagern und von deren grobem Schutt derart verdeckt wurden, daß sie dadurch gegen die völlige Abtragung geschützt waren.

In allen drei Schollen, von welchen jene bei Subotinje ganz unbedeutend ist, sind Konglomerate mit reichlichem tonigem Bindemittel und tonige Kalksandsteine vorherrschend. Die meist mittel- und feinkörnigen, mürben Konglomerate, die hauptsächlich Gerölle der Gesteine des benachbarten Kreidegebirges sowie von Radiolarit, Serpentin

und Gabbro enthalten, zerfallen durch Verwitterung in Lehm und Schotter, wodurch die Begrenzung der Schollen sehr erschwert wird, weil auch das Grundgebirge in ihrer Umrandung lehmig verwittert und von diluvialen Schottern stellenweise bedeckt ist. In der Insel von Puhovac, die sich in der Senke zwischen den Ortschaften, bzw. Gemeindeteilen Varda, Briznik, Lužac und Puhovac beiderseits des Lužnicabaches ausbreitet und eine Fläche von beiläufig einem Quadratkilometer einnehmen dürfte, treten im Taltiefsten so reichlich Gabbroblöcke auf, daß hier im Grundgebirge ein Eruptivstock aufzubrechen scheint, welchem möglicherweise auch die näher gegen Puhovac verbreiteten Serpentinblöcke entstammen. Auf dem Gabbro scheint geringmächtiges Konglomerat und darüber sandiger Mergel zu liegen, welcher an einer Stelle unter Puhovac ziemlich steil nach Stunde 3 einfällt. Die mangelhaften Aufschlüsse gestatten jedoch keinen genaueren Einblick in die Lagerungsverhältnisse.

Am besten aufgeschlossen ist die Insel von Ponihovo, die auch kohlenführend ist, was bei den beiden anderen nicht der Fall zu sein scheint. Diese kaum einen halben Quadratkilometer große Scholle der Liegend-Schichtenzone nimmt den von mehreren tiefen Erosionsfurchen durchzogenen, vermöge seiner relativ hohen Umrandung fast zirkusartigen Hintergrund des ostwärts in das Dubošćicatal auslaufenden Repati dô ein. Auf dem Grundgebirge: Körnelkalken und Mergelkalken der Kreide, liegt auch hier zunächst Konglomerat und fast unmittelbar darüber folgt ein aus mehreren durch Mergelzwischenmittel voneinander getrennten Bänken bestehendes, über 2 m mächtiges Kohlenflöz, welches von grauen Tegeln und lichtgelben Mergeln bedeckt wird. Das Flöz fällt mit 18° Neigung nach Osten (5 Stunden) ein und ist in den Wasserrissen auf der Südwestseite der Scholle vollkommen offen. Gegen Osten zu scheint es, nach den bis in die Nähe des Dorfes verfolgbaren Erdbrandprodukten zu urteilen, zumeist ausgebrannt zu sein, so daß das gesamte in der Scholle noch erhaltene Kohlenvermögen wohl kaum mehr als 2,000.000 q ausmacht. Über die Beschaffenheit der Kohle gibt die Analyse in der Tabelle auf Seite 109 Aufschluß.

Von der Kakanjer Bucht nach Nordwesten in das engere Gebiet von Zenica kann man die Liegend-Schichtenzone

und insbesondere ihre Kohlenführung nur unterbrechungsweise verfolgen und mangels an ausreichenden Aufschlüssen sind die bezüglichen Verhältnisse noch keineswegs klargestellt. Streckenweise scheint, wie bereits eingangs bemerkt wurde, die mittlere Schichtenzone direkt dem Grundgebirge aufzuliegen.

Auf der Westseite der Kakanjer Bucht ziehen Konglomerate und Sandsteine der Liegend-Schichtenzone mit ziemlich normaler petrographischer Beschaffenheit bis Ribnica. Weiterhin, entlang des Abfalles des Pilevinarückens bis Tičići, herrschen sandige Tegel und Mergel sowie eigentümliche Süßwasserkalke, voll von mohngroßen Charasamen, die das Hangende eines Kohlenflözes bilden, welches möglicherweise die Liegendflözgruppe repräsentiert. Zwischen Tičići, und Kerkuljaš tritt das Grundgebirge der Pilevina und des Veliko Brdo bis an die Bosna heran und westlich jenseits dieses vorgeschobenen breiten Grundgebirgspfeilers, um Mihoći, kommen in offenen Aufschlüssen anscheinend nur Schichten der mittleren Zone zutage. Weiter nördlich jedoch, auf der Süd- und Westabdachung des Mošćanicaberges (782 m), bei Dvor, Plavčići, Bare, sind Gesteine entwickelt, namentlich mürbe, häufig in Schotter aufgelöste, bunte Konglomerate mit reichlichem kalkig-tonigem Bindemittel und eisenschüssige Sandsteine, die trotz der zum tiefen Zersetzung doch eine gewisse Übereinstimmung mit Schichten der Liegendzone erkennen lassen. Sie bilden einen schmalen Zug, der sich von Mošćanica in westlicher Richtung über Mutnica bis zum Bosnacknie bei Vrača unterbrechungsweise verfolgen, aber allerdings nicht durchwegs sicher von der mittleren Schichtenzone trennen läßt. An mehreren Stellen bei Dol und Mutnica ist er kohlenführend, jedoch machen die Ausbisse keinen sehr guten Eindruck, da sich die Flöze zwar mächtig, aber stark von tauben Mitteln durchschossen zeigen. Übrigens scheint ein Flözausbiß im oberen Mutnicagraben, südöstlich vom Dorfe, obwohl er näher am Grundgebirge liegt als ein anderer, die Mutnica kaum einen halben Kilometer oberhalb ihrer Einmündung in die Bosna querender Ausbiß, nicht so sicher wie dieser der Liegendzone, sondern eher der mittleren Flözgruppe anzugehören, da er von Mergeln und Kohlenschiefeln begleitet wird, deren Fossilienführung mit jener des Hauptflözes der mittleren Flözgruppe übereinstimmt.

Jenseits Vrača ist auf der rechten Seite der Bosna, nordwestwärts bis zum Rande der Ablagerung beim Dorfe Gračanica, die Liegend-Schichtenzone zunächst nördlich von Klopče und Radakovo auf einen Streifen sandig-mergeliger Schichten und eisenschüssiger Süßwasserkalke beschränkt, die entlang des steilen Südabfalles des Široka stjena-Berges westwärts streichen und östlich von Crkvice sowie westlich unter Radakovo Kohlenflöze einschließen. Erst westlich von Crkvice entwickelt sich die Zone mächtiger. Sie besteht hier aus Konglomeraten, sinterigen Süßwasserkalken und sandigen Mergeln, welchen ein mächtiges Kohlenflöz eingeschaltet ist. Diese Mergel sind, in der der Bosna zugekehrten Lehne teilweise abgerutscht und an den Ausbissen verwaschen, wodurch ihre Lagerung unklar wird. Wo sie indessen mit einiger Sicherheit bestimmt werden kann, erweist sie sich verschieden vom Streichen und Einfallen der benachbarten Stufen der mittleren Schichtenzone, mit welchen sie demnach an einer Verwerfung zusammenstoßen scheint, die ungefähr von Tetovo gegen Kamberovići ziehen dürfte. Es wäre nicht unmöglich, daß ein unmittelbar nordöstlich bei Kamberovići vorhandener, von Erdbrandgesteinen begleiteter, nach Südwesten, also gleich den Ausbissen am jenseitigen Bosnaufer bei Bilinopolje verflächender Flözausbiß der mittleren Flözgruppe zuzählen sein könnte, während die mächtigen Kohlenausbisse in der gleichen Lehne weiter nördlich, die nach Südosten, somit fast in der Kreuzstunde zu dem ersteren einfallen, zweifellos der Liegend-Schichtenzone angehören. Zwischen beiden scheint die besagte Störung durchzuziehen. Ob es sich tatsächlich so verhält, läßt sich nur durch entsprechende Einbaue eindeutig entscheiden.

Der Flözausbiß der sicheren Liegendzone ist sehr mächtig, gegen 12 m, führt jedoch nur im hangenden Teile reine Kohle von zwar etwas schieferiger Beschaffenheit, aber schönem Aussehen bei schwarzer Farbe und lebhaftem Glanz, während in der liegenden Partie, soweit sie aufgeschlossen ist, sich die Kohle stark von tauben Mitteln durchwachsen zeigt. Die dermalen bestehenden Aufschlüsse sind leider ziemlich zusammenhanglos, weil sie fast nur durch eine Anzahl kleiner Einbaue bewirkt sind, mittels welcher die Kohle von Leuten aus der Umgebung unbefugter Weise zu Hausbrandzwecken gewonnen wird. Das Kohlenwildern ist bei Zenica, wie auch

anderwärts in Bosnien, ein im Winter besonders von Zigeunern gern betriebener Erwerbszweig.

Das zugängliche Liegendste wird von gut geschichteten, grünlichgrauen, durch Verwitterung rostfarbig werdenden, teilweise aufblätternen, etwas sandigen Mergeln gebildet, über welchen eine über 1 m mächtige Kohlenbank folgt, in deren Decke wieder dichte graue Mergel auftreten, die einige Kohlenschmitzen und in ihrer Hangendpartie eine bis 20 cm starke, knollige Hornsteinlage einschließen. Derartige Hornsteinbänke kommen in den oligomiozänen Binnenlandablagerungen Bosniens öfters vor und sind zum Teil erwiesenermaßen auf merkwürdigerweise nur auf einzelne Schichten beschränkte sekundäre Verkieselung zurückzuführen.⁵⁷⁾ Weiter aufwärts folgt dann das relativ reine, mindestens 4 m mächtige Kohlenflöz, auf welchem die erwähnte Kohlenfreibeuterei betrieben wird. Sein Hangendes bilden grüngraue, tegelige und lettige Schichten mit mehreren eingeschalteten Kohlenlagen von 5 bis 60 cm Einzelmächtigkeit. Diese Hangendpartie, welche bergewärts möglicherweise noch stärkere Kohlenbänke einschließt, taucht unter die diluvialen Schotter der Terrasse unter, die sich von Crkvice gegen Kamberovići herab erstreckt. Das Schichteneinfallen in diesem Profil ist mit 15° nach Südsüdosten (St. 11 i. M.), d. i. gegen das Grundgebirge gerichtet, was wohl durch die vorerwähnte Störung bedingt ist. Wie weit das Flöz nach Norden fortstreicht, ist in dem bedeckten Terrain ohne Beröschungen nicht zu ermitteln.

Zwischen Crkvice und Ričice-Cviće werden die flözführenden Mergel von sinterigen, gelben, bräunlichen oder rötlichen Sinterkalken unterteuft, die eine gleichzeitige (heteropische) Bildung mit den weiter nordwestlich in einem schmalen Zuge über Gračanica bis nördlich von Tetovo sich erstreckenden und wie die Sinterkalken direkt auf dem Grundgebirge aufliegenden Konglomeraten zu sein scheinen. Letztere ziehen sich entlang des Steilgehänges der Berge oberhalb Gračanica und Ričice hin, wogegen sich die ersteren in einer in das Grundgebirge eingreifenden Bucht ausbreiten, wohl einem Reste einer schon im ursprünglichen Umriss des Zenicaer oligozänen Seebeckens be-

⁵⁷⁾ Vgl. Katzer: Die Braunkohlenablagerung von Banja Luka in Bosnien. Sonderabdruck aus Berg- und hüttenmänn. Jahrbuch, 61. Bd., Wien 1913, S. 55.

standenen flachen, versumpften Ausbuchtung, in welcher eine reiche Schneckenfauna gedieh, von deren Überresten, hauptsächlich *Helixarten*, *Planorbis* und *Limnaeen*, der sinterige Kalk stellenweise erfüllt ist. Ein ergiebiger Fundort, leider zumeist nur von Steinkernen, befindet sich gleich westlich vom Wege halbwegs zwischen Crkvice und Ričice.

Bei der Džamija (moslim. Bethaus) von Ričice gehen die Süßwasserkalke in feinkörnige Konglomerate über, indem vorerst etwa haselnußgroße Gerölle von Kalk und Mergelkalk sowie von Sandstein, Radiolarit, Serpentin usw., durchwegs Gesteinen des nördlichen Kreidegrundgebirges, einzeln in der Sintermasse eingebettet erscheinen, dann sich zu Lagen ansammeln und schließlich den Sinterkalk so ver-

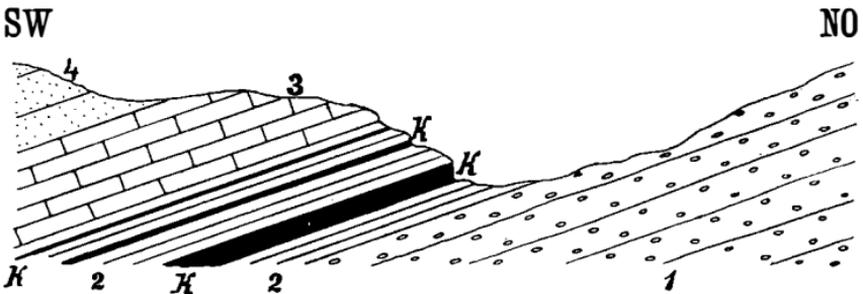


Abb. 21. Profil der Liegend-Schichtenzone bei Kralj. Sutjeska. (Etwas schematisiert.)

1 = Bunte Konglomerate. 2 = Mergel und sinterige Süßwasserkalke, die Liegendflözgruppe K einschließend. 3 = Plattige Sinterkalke. 4 = Mergeliger Sandstein und Tegel.

drängen, daß er nur mehr das wenig reichliche Bindemittel des in den tieferen Schichten grobkörniger werdenden Konglomerates bildet. Unter dem Humberge bei Gračanica fallen die Konglomerate ebenso gegen das Grundgebirge ein, wie das mächtige Kohlenflöz und seine Begleitschichten bei Crkvice, was wohl auf die gleiche, mit der oben angenommenen Störung zusammenhängende Ursache zurückzuführen ist.

Ganz ähnlich wie am Ablagerungsrande nördlich von Zenica ist die Liegend-Schichtenzone bei Kraljevska Sutjeska südöstlich vom Kohlenwerke Kakanj (Zgošća) entwickelt. Diese historische Ortschaft mit einem der ältesten Franziskanerklöster Bosniens, liegt im Trstjenicatale dort, wo es sich klammartig zu verengern beginnt. Die Grenze zwischen dem jungmesozoischen Grundgebirge und dem Binnenlandtertiär zieht mitten durch die Ortschaft durch: der nörd-

liche Teil mit dem Kloster und der erst vor einigen Jahren erbauten prachtvollen Kirche, einer der schönsten des Landes, liegt auf dem Grundgebirge; der südliche Teil aber bereits auf der oligozänen Liegend-Schichtenzone. Diese besteht zuunterst aus Konglomeraten, die dem Grundgebirge unmittelbar auflagernd bei im allgemeinen wenig grobem Korn fast ausschließlich Kalk- und Kalkmergelgerölle enthalten und ein verhältnismäßig reichliches, kalkig-toniges, hoch-eisenschüssiges Bindemittel besitzen, welches die lebhaft rote Farbe des Gesteines bedingt. Es gleicht in dieser Beziehung gewissen Lagen der Basalkonglomerate von Mramor.

Im Hangenden dieses unter durchschnittlich 30° nach Südwesten einfallenden Konglomerates von Sutjeska, welches in der Nähe der Džamia (moslim. Bethaus) von Sandsteinbänken mit Mergelzwischenlagen durchsetzt wird, sind Süßwasserkalke von verschiedener Beschaffenheit entwickelt, die zum Teil aber auch von Konglomeratbänken durchschossen werden und somit wie bei Ričice, eine mit ihnen gleichaltrige heteropische Fazies darstellen. In der Talsohle am rechten Ufer der Trstjenica, wo sie obertags zwar durch die Erosionsfurche des Baches von den Kreidekalken des linken Ufers geschieden sind, diesen aber unter dem Alluvium aufzuliegen scheinen, bestehen sie aus bräunlichgelben, brockigen, zuweilen oolithischen Sinterkalken, die mehr oder weniger bituminös sind und in Höhlungen sekundäre Kalzitausscheidungen zu enthalten pflegen. Stellenweise schließen sie auch eine individuenreiche Schneckenfauna, zumeist *Helicinen*, ein. Diese Entwicklung hält jedoch nur in der Talsohle auf etwa 1 km unterhalb der Džamia an. Gehängeaufwärts werden die Sinterkalke von Mergeln und plattigen Süßwasserkalken verdrängt, welche im gleichen Verbands, wie sie selbst, mit den Konglomeraten stehen, also mit ihnen isopisch sind. Sie schließen ein von Schmitzen begleitetes Kohlenflöz ein, welches südwestlich von der Džamia im Duboki potok, einem rechtsseitigen, tief eingeschnittenen Seitengraben der Trstjenica, teils durch Erosion, teils durch künstliche Einbaue recht gut aufgeschlossen ist.⁵⁸⁾

Das zugängliche Liegend der unter 22° nach 15 Stunden mag. einfallenden Schichtenreihe bilden graublaue Mergel und

⁵⁸⁾ Die folgenden Angaben beziehen sich auf den Stand der Aufschlüsse im Jahre 1906.

mergelige Süßwasserkalke, die nach allen Richtungen von verkohlten Bruchstücken von Sumpfpflanzen durchzogen werden. Die Süßwasserkalke sind bankweise hart und zähe, die Mergel zumeist milde, tonig und zur Auflösung in eisen-schüssigen Lehm neigend. Das Hangendste nehmen harte, klingende, sich plattig absondernde, gelbgraue Sinterkalke ein, bestehend fast nur aus kalkigen Algenresten, die sich aber nicht näher deuten lassen. Darüber liegt ein gegen 3 m mächtiges, in den offenen Aufschlüssen sehr reines Kohlenflöz, aus welchem sich die Leute aus der Umgebung, angeblich hauptsächlich die Schmiede, was auf eine gute Qualität der Kohle hinzudeuten scheint, häufig Heizmaterial holen.

Im Hangenden dieses Flözes sind zunächst wieder sinterige Süßwasserkalke entwickelt, die ebenfalls uneben dünnplattig spaltbar, aber von dunklerer graubrauner Farbe als die Liegendschichten sind und Pflanzenfetzen einschließen. Sie gehen nach aufwärts in mildere gelbgraue Mergel über, welchen zunächst eine zirka 40 cm mächtige und 60 cm darüber noch eine 10 cm starke Kohlenbank und ein von Kohlenschiefer begleiteter fingerstarker Schmitz eingeschaltet sind, worauf den Abschluß des Profiles wohlgeschichtete bis plattige, den sinterigen Kalken an der Straße unterhalb der Džamija ähnliche Sinterkalke bilden. Dieser ganze Aufschluß im oberen Duboki potok ist nur etwa 12 m mächtig; das tiefere Liegend scheint das rote Basalkonglomerat von Sutjeska, das höhere Hangend aber grauer, rostgelb verwitternder mergeliger, Sandstein zu sein, welcher südwestlich vom besagten Aufschlusse oberhalb Hadrovići (einer Häusergruppe von Ričica) ansteht. (Vgl. das Profil Abb. 21.) Charakteristisch für die Liegendflözgruppe im Gebiete von Sutjeska ist somit, daß sie einer Schichtenreihe angehört, in welcher sinterige Kalke prädominieren, die sich petrographisch enger an die Helicinen-Sinterkalke von Crkvice bei Zenica, als an die Süßwasserkalke des räumlich unmittelbar benachbarten Verbreitungsgebietes der Liegend-Schichtenzone anschließen.

Denn schon in dem nordwestlich angrenzenden Terrain zwischen Teševo und Zgošća herrschen hellgelbe, mehr oder minder mergelige Süßwasserkalke von ganz anderem Gepräge als die Sinterkalke. Sie enthalten nur stellenweise Pflanzenreste, u. zw. stets überwiegend *Dicotylae*-Blätterabdrücke und ihre lokal recht reichliche, aber fast durchwegs

mangelhaft erhaltene Fauna ist durch große *Limnaea* mit sehr ausgebreiteter Außenlippe und durch wahrscheinlich zu *Sphaerium* gehörige Zweischaler ausgezeichnet. Manche Partien sind tonig und milde, andere hart, dünn spaltbar, klingend. Die stärkeren Bänke liefern einen vortrefflichen Baustein, welcher namentlich bei Živalji und Filipovići steinbruchmäßig gewonnen wird. Am letzteren Orte führen die dickbankigen, ziemlich tonigen Süßwasserkalke lagenweise reichlich Zweischaler (*Sphaerium* sp.) von anscheinend der gleichen Art wie sie auch in den petrographisch übereinstimmenden Mergelkalken von Brnj, bzw. Polje, im engeren Kakanjer Gebiete vorkommen. (Vgl. oben.)

In der ganzen Erstreckung von Teševo bis Bjelavoda liegen die mergeligen Süßwasserkalke der Liegend-Schichtenzone direkt auf dem Grundgebirge, was beweist, daß hier im ursprünglichen Becken ruhige Buchten bestanden, an deren Ausfüllung anfangs die Zufuhr grobklastischen Materiales keinen Anteil hatte. Erst später gelangten sandige Sedimente zur Ablagerung die nun den Kalksandsteinzug bilden, der sich von Zgošća über Kaparovići bis zur Trstjenica verfolgen läßt. Daß hier auch Konglomerate mindestens stellenweise zur Ausbildung gelangten, bezeugen zwei unbedeutende Schollen, die zwischen Vlahovići und Govadići am Westrande des dortigen Sandsteinzuges Mergeln der mittleren Schichtenzone diskordant aufzuliegen scheinen. Diese von Sandsteinbänken durchschossenen bunten Konglomerate ähneln gewissen Lagen der roten Basalkonglomerate von Sutjeska und Mramor. Sie sind mittel- bis feinkörnig, enthalten überwiegend braune und rote Eisenkiesel- und Radiolaritgerölle, aber auch ziemlich viel Mergelkalk- und Serpentergerölle, die zuweilen hohl sind und besitzen ein reichliches, rotes, kalkig-toniges Bindemittel, welches hauptsächlich die Farbe des Gesteines beeinflusst. Die Sandsteinlagen sind gewöhnlich reich an weißem Kalkbindemittel, wodurch ihre lichte, durch bunte Sandkörner gesprenkelte Färbung verursacht ist. Die Schichten fallen unter 18° nach 16 Stunden magn. ein, während die ihr scheinbares Liegend bildenden Mergel ein viel steileres, wiewohl ebenfalls nach Südwesten gerichtetes Verflächen besitzen. Allem Anscheine nach sind hier die Konglomeratschollen über die Mergel geschoben, u. zw. an einer zum Rande der Ablagerung ziemlich parallelen Längsstörung, mit welcher auch die zweimalige Wiederholung

der Konglomerate bei Sutjeska in Zusammenhang zu bringen
:ein könnte.

Südlich und südöstlich von Kraljevska Sutjeska besitzt die Liegend-Schichtenzone eine sehr große räumliche Verbreitung, insbesondere im Gebiete zwischen Sutjeska, Smršnica, Smrekovina und Striževo. Bei Smrekovina überschreitet sie das Stavnjatal und bildet von da ab südwärts bis über Podgora hinaus, soweit sich nach petrographischen Analogien beurteilen läßt, nurmehr einen schmalen Streifen, der den Misočabach nicht zu erreichen scheint.

In diesem ganzen ausgedehnten Verbreitungsgebiete der Liegend-Schichtenzone weisen die verschiedenen Gesteine, welche an ihrem Aufbau teilnehmen, den oben dargelegten typischen Charakter auf. Es sind Konglomerate, Sandsteine, sandige Tegel, Mergelkalke, Mergel- und Schiefertone, die alle ziemlich eisenschüssig sind und zu rostgelber oder bräunlicher Verwitterungsverfärbung neigen. Eine konstante Reihenfolge, welche die Unterscheidung von halbwegs sicher voneinander zu trennenden Stufen ermöglichen würde, findet jedoch nicht statt, sondern einige von den Gesteinen vertreten sich gegenseitig als lediglich faziell verschiedene, ziemlich gleichaltrige (heteropische) Bildungen, ähnlich wie es weiter oben von der analogen Entwicklung der Zone zwischen Sutjeska und Zgošća dargelegt wurde. Es finden sich daher auch kaum zwei Profile mit im Einzelnen völlig übereinstimmender Schichtenfolge, aber mangels an ausreichenden Aufschlüssen läßt sich die Verbindung zwischen den Profilen, bzw. der Übergang von einer Fazies in die andere, nur selten einwandfrei feststellen. Deshalb sind auch die Verhältnisse der Liegend-Schichtenzone in diesem ihrem südöstlichen Verbreitungsgebiete noch keineswegs klargestellt und es wird manche weitere Untersuchungen unter Zuhilfenahme von möglichst zahlreichen künstlichen Aufschlüssen erfordern, ehe sowohl die detaillierte Kenntnis der Zone selbst als auch insbesondere ihre Beziehungen zur Hauptflözgruppe der mittleren Schichtenzone befriedigend ermittelt sein werden. Daran wird auch durch den Umstand nicht viel geändert, daß in dem Gebiete seit einigen Jahren ein Kohlenwerk besteht — Breza — in dessen Bergbereich, abgesehen von den Grubenbauen, auch sehr aner kennenswerte namhafte sonstige Aufschlüsse unternommen worden sind, weil durch dieselben

vorzugsweise bestimmten montanistischen Zwecken dienliche Aufklärungen angestrebt wurden, sie aber nicht auf die Förderung der Kenntnis der allgemeinen geologischen Verhältnisse gerichtet waren. Immerhin ist das Bergbaugebiet von Breza jener Abschnitt der Liegend-Schichtenzone, welcher zurzeit den besten Einblick in ihre Entwicklung bietet und gewissermaßen als Vergleichsgrundlage für die Deutung der Verhältnisse in anderen Partien der Zone dienen kann.

Die Liegend-Schichtenzone pflegt im weiteren Gebiete von Breza mit feinkörnigen Konglomeraten zu beginnen, die aber nur unterbrechungsweise entwickelt sind, da mehrfach auch blaugraue, bräunlich verwitternde Mergel das Liegendste der Zone bilden. Beides läßt sich gut in der Ausbuchtung von Striževo (zwischen Breza und Vareš) beobachten. Die Haupthäusergruppe dieses Dorfes liegt auf Konglomerat mit reichlichem sandig-tonigem Bindemittel, weshalb es durch Verwitterung meist zu lehmigem Schotter aufgelöst ist, um so mehr, als sich zwischen die Konglomeratbänke öfters Schichten von leicht zersetzbarem mergeligem Sandstein oder sandigem Tegel einschalten. Solche Zwischenschichten wirken dem mächtigeren Konglomerat gegenüber wasserstauend und bieten Anlaß zur Quellenbildung, wie z. B. gleich nördlich unweit des Dorfes. Die Sandsteineinschaltungen pflegen hocheisenschüssig zu sein und enthalten nicht selten eisendeckelartig verfestigte plattige Gebilde. Die ganze basale Konglomeratstufe ist offenbar stark aberodiert, da nicht nur in der Ausbuchtung von Striževo wiederholt das Grundgebirge darunter hervortaucht, sondern auch weiter nördlich, außerhalb der zusammenhängenden Ablagerung, zwischen Striževo und Planinica, stellenweise lehmige Schotter angetroffen werden, die wohl ebenfalls nur Überreste zerrütteter Konglomerat-schichten sind.

Daß die Konglomerate der Liegend-Schichtenzone ursprünglich in dieser Gegend überhaupt eine weitere Verbreitung besaßen, beweist das Auftreten einer größeren isolierten Scholle östlich des Stavnjatalles zwischen Budoželj und Žišci, am Aufstieg zum Hum-Berge (1188 m)⁶⁹), in einer

⁶⁹) Hum bedeutet im Kroatischen eine Kuppe oder einen Hügel, welcher über die Umgebung nur mäßig aufragt. In Bosnien-Herzegovina, wo die Bergbezeichnung Hum sehr verbreitet ist, bezieht sie sich zumeist auf isolierte, wenn auch relativ hohe Berge.

der Ausbuchtung von Striževo entsprechenden Höhenlage. Auch hier ist die Konglomeratdecke nurmehr gering mächtig und durch auftauchendes Grundgebirge mehrfach unterbrochen, petrographisch mit jener von Striževo übereinstimmend, aber noch mehr wie diese zu lehmigem, an Kalksandstein- und Jaspisgeröllen reichem Schotter aufgelöst. Offenbar sind beide, jetzt rund 4 km voneinander entfernte Partien, Reste einer einstmals im Zusammenhange gewesenen Konglomeraterstreckung, die erst durch die Einkerbung der Erosionsrinne des Stavnjatales voneinander getrennt und durch die ständig fortschreitende Abtragung im Umfang und in der Mächtigkeit mehr und mehr reduziert wurden. Sehr erheblich scheint aber auch die ursprüngliche Mächtigkeit des Konglomerates nicht gewesen zu sein, weil seine Zusammensetzung aus meist kaum haselnußgroßen Geröllen, von welchen die aus verschiedenen Kalkmergeln und Kalken des nördlich angrenzenden Grundgebirges bestehenden oft hohl sind, sowie das reichliche tonige Bindemittel und der Verband mit Mergeln und Tegeln darauf hinweist, daß das Ablagerungsbecken in dieser Randpartie flach und daher keine Möglichkeit zur Anhäufung mächtiger Massen von grobem Gerölle vorhanden war.

Die sich an das Basalkonglomerat anschließenden Mergel bilden südwestlich von Striževo bei den Putičihäusern (Paulić der Karte) eine Antiklinale, worauf weiter südwestlich trotz mehrfacher lokaler Störungen wieder anhaltend südwestliches Einfallen folgt. Das mittelmesozoische Grundgebirge, auf welchem in dieser Randerstreckung von Putiči über Kokošiči bis Vardište die Mergel unmittelbar aufliegen und wolehem gegenüber sie, wenn diese Unterlage lettig zersetzt ist, nicht immer scharf zu begrenzen sind, fällt hingegen unter steilen Winkeln nach Nordosten ein. Nordwestlich von Vardište sind wieder Konglomerate entwickelt, die aber anscheinend einem höheren Horizonte angehören als das Basalkonglomerat von Striževo und Budoželj, von welchem sie sich auch petrographisch einigermaßen unterscheiden. Es sind fast ausschließlich Kalkkonglomerate mit zuweilen viel hohlen Geröllen und reichlichem tonig-sandigem, mit grünen tuffitischen Partikeln gemengtem Bindemittel. Sie bilden einen Zug von anscheinend sehr wechselnder Mächtigkeit, der zwischen Vardište und Podvinci an einigen Stellen ausbeißt, besonders gut entblößt aber in der Nähe der Pihóčquelle im Taleinschnitte des

Koščanibaches ist. Hier sind in seinem Hangend zwei Flözausbisse vorhanden, deren liegender minder ansehnlich und von Erdbrandprodukten begleitet ist, während der zweite hangendere einem mächtigen Kohlenflöze angehört, über dessen Schichtenverband das im Koščanigraben offene Profil guten Aufschluß gibt.

Man sieht in diesem Profile über dem Konglomerate zunächst grauen, undeutlich geschichteten, zerklüfteten und von Pressungslassen durchzogenen Mergelkalk, reich an verkohlten Rhizomen und Halmenbruchstücken von Sumpfpflanzen und gelegentlich auch mit größeren Kohlennestchen. Darüber liegt eine etwa 50 cm starke Lage von blaugrauem, durchfeuchtet schmierigem Letten, worauf das Flöz folgt. Bei einer mittleren Mächtigkeit von 6 m ist es in der Liegendpartie ziemlich stark vertaubt, teilweise sogar nur aus kohligem Schiefertone mit einzelnen Kohlenschmitzen bestehend, aber in der Hangendpartie relativ sehr rein, da es hier lediglich durch zwei unbedeutende schieferige Zwischenmittel in drei Bänke gesondert ist, von welchen die liegende fast 1·5 m, die hangende gegen 1·2 m und die mittlere 30 bis 40 cm stark ist, so daß auf die Hangendpartie des Flözes rund 3 m reiner Kohle entfallen. (Vgl. Abb. 22.) Über dem Flöz folgen wohlgeschichtete Mergel von gelber, bräunlicher und grauer Farbe, die zuweilen durch Anhäufungen kohligter Pflanzenspreu gebändert erscheinen und in rauhe, sandige Mergel übergehen, welche von sandigen Tegellagen durchschossen werden und nebst verkohlten Pflanzenfetzen auch nesterweise Gereißel von Zweischaler- und Schneckenschalen enthalten. Darüber liegt gelbbrauner sandiger Süßwasserkalk, der in einzelnen Lagen voll zerpreßter *Limnaeen*, *Planorben* und *Sphaerien* ist, in einer härteren plattigen Einschaltung auch ziemlich reichlich Pflanzenreste führt und von dickbankigem, frisch grauem, durch Verwitterung bräunlich werdendem Kalksandstein überlagert wird, womit das im Koščanigraben offene Profil abschließt. Aus den pflanzenführenden Süßwasserkalkplatten stammen die von H. Engelhardt⁶⁰⁾ bestimmten Reste:

Sequoia Coulttsiae Heer,

Laurus primigenia Ung.

Alle Schichten fallen völlig konkordant unter 24° nach Südsüdwesten (13 St. 5°) ein.

⁶⁰⁾ Wissenschaftl. Mitteilungen aus Bosnien-Herzegovina, I, c, IX. Band., 1904, S. 313.

Nach einer Unterbrechung kommen weiter südwestlich im Sčedinrücken nördlich von Sutišćica wieder grobkörnige breccienartige Sandsteine hervor, die nach der Lagerung das regelmäßige Hangende der Koščanischichten zu bildenscheinen, so daß hier die flözführende Liegend-Schichtenzone durchaus der oben verzeichneten Norm entspricht, daß die in ihr entwickelte Flözgruppe Konglomerate und Sandsteine nicht nur im Liegenden, sondern auch im Hangenden hat.

Das im Koščanigraben aufgeschlossene und dort auch durch einen Querschlag genauer bergmännisch untersuchte Flöz (Abb. 22) läßt sich nach einzelnen Ausbissen sowohl nach Westen als auch nach Süden verfolgen.

Nach Westen zieht es um die Nordflanke der Kapa-höhe (830 m) herum zum Tale des Podvinski potok, d. i. des Oberlaufes des nördlich von Visoko in die Bosna mündenden Gorušaflüßchens, in welchem selbst das Flöz allerdings bis jetzt nicht entblößt wurde. Da es aber im Einschnitte des Ranjenik- (oder Banjanik-) Baches, eines linksseitigen Zuflusses des Podvinski potok, wenig über 1 km oberhalb dessen Einmündung an zwei Stellen mit zirka 3 m offener Mächtigkeit ausbeißt, so ist anzunehmen, daß es nicht nur zum Haupttale fortstreichen, sondern dieses wahrscheinlich übersetzen dürfte. Das Flöz, welches unter 35 bis 40° nach Süden einfällt und am Ausbisse stark verschiefert, teilweise auch ausgebrannt ist, wird von bituminösen grauen, bankigen Süßwasserkalken unterteuft und von durch stark bituminöse, dunkle Lagen gebänderte Kalkmergel, weiter aufwärts durch lichte Mergel überlagert. Durch ein in der Nähe der Ausbisse im Biokoriede angesetztes Bohrloch wurde das Flöz, nachdem in 24·95 m Teufe ein 15 cm starkes Flözchen durchsunken worden war, in 27 m Teufe angefahren und mit etwas über 3 m wahrer Mächtigkeit durchörtert. Es erwies sich als schieferige Kohle führend, die verhältnismäßig rein und ziemlich reichlich von Glanzkohlenschmitzen durchzogen ist und nur in untergeordneter Weise von Kohlschiefer- und Mergelbändern, in der Hangendpartie auch von einer plattigen Schwefelkiesanreicherung durchzogen wird. (Vgl. Abb. 23.)

Nordwestlich von diesem Aufschlusse, ungefähr 1·5 km in der Luftlinie davon entfernt, beißt in einem Graben südöstlich von der Džamia von Podvinci ein Kohlenflöz aus, welches in ähnlichem Verbande mit den Basalschichten steht, wie das tiefere Flöz des Koščanigrabens, mit welchem es

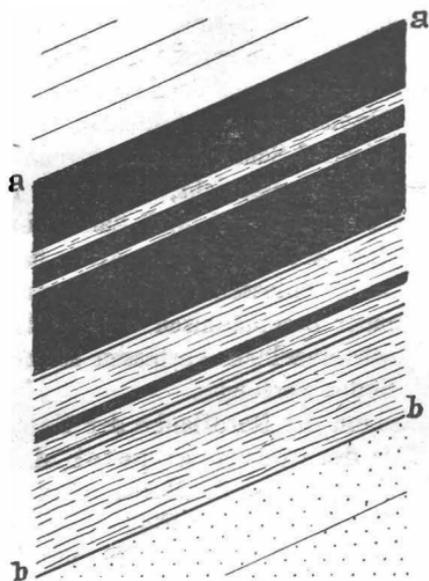


Abb. 22.

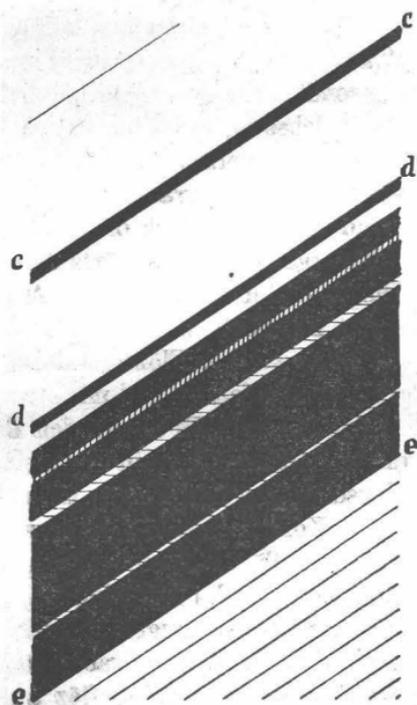


Abb. 23.

Abb. 22 und 23. Zwei Profile zur Veranschaulichung der Veränderlichkeit des Leifflözes der Liegend - Schichtenzone in der Bucht von Breza. Beide Profile, deren Entfernung voneinander in der Natur 1850m beträgt, sind im gleichen Verjüngungsmaßstab gezeichnet.

Abb. 22 (oben). Profil des Flözes in der Košaničquerung. Punktiert: sandige Liegendschichten. Weiß: Mergelkalk. Gestrichelt: Kohlschiefer von Kohle durchwachsen. Schwarz: reine Kohle. Die wahre Mächtigkeit des Flözes beträgt 5.9 m.

Abb. 23 (unten). Profil des durch eine Bohrung bei Bioko erschlossenen Flözes.

Die Liegendschichten sollen angeblich plattiger, dunkler und sandiger Kalk sein (Grundgebirge?). Weiß: gebänderte Mergel. Vertikal schraffiert: schwefelkiesreiches Zwischenmittel. Horizontal schraffiert: kohligter Mergel bzw. Kohlschiefer. Schwarz: Kohle von schieferiger Textur, in den unteren Bänken durchzogen von Glanzkohlschmitzen, im isolierten Hangend-schmitz c—c sehr unrein. Die wahre Mächtigkeit des Flözes zwischen d und e beträgt 3.4 m.

wahrscheinlich auch zu identifizieren sein dürfte. Die genaueren Beziehungen sowohl zu diesem als auch zu dem Flöze von Bioke müssen aber erst durch entsprechende zweckdienliche Einbaue klargestellt werden.

Jenseits des Podvincitales sind in dem zunächst angrenzenden sowie in dem weiteren Verbreitungsgebiete der Liegend-Schichtenzone im Margita-Waldriede zurzeit keine Flözausbisse bekannt, wohl nur deshalb, weil dieses ganze Terrain überhaupt wenig Aufschlüsse darbietet und überdies bis jetzt erst flüchtig geologisch durchstreift wurde. Nur im Einschnitte des oberen Lužnicegrabens an der Südperipherie des Dorfes Bijelo Polje ist ein Kohlenflöz mangelhaft entblößt, von welchem noch nicht festgestellt ist, ob es mit dem Koščani, und Kapaflöz parallelisiert werden darf.

Südlich von der Koščanischürfung lassen sich in der rechten (westlichen) Tallehne der Stavnja Kohlenausbisse bis gegen Sutišëica verfolgen. Sie liegen nahe am Grundgebirge, zeigen in besseren Aufschlüssen südliches Einfallen und dürften mit dem Koščanileitflöz in Verbindung stehen.

Das gleiche scheint von den Flözausbissen bei Bukovik auf der anderen (linken) Seite des Stavnjatalles angenommen werden zu dürfen. Sie liegen ebenfalls ganz nahe am Grundgebirge und besitzen ein südliches bis südöstliches, jedoch steiles und auf kurze Distanzen veränderliches Einfallen, was durch Störungen und Abrutschungen bewirkt ist, die auch den Schichtenverband ohne umfassendere Einbaue nicht klar erkennen lassen. Überhaupt mangelt es im ganzen Bereiche der Liegend-Schichtenzone östlich des Stavnjatalles so sehr an halbwegs zulänglichen Aufschlüssen und die Ablagerung ist gerade in diesem randlichen Terrain durch vorwiegend südöstliche Brüche derart gestört, daß ohne ausgreifende systematische Einzeluntersuchungen über den Zusammenhang und die Parallelisierung der verschiedenen Kohlenflözausbisse Klarheit nicht zu erlangen ist.

Man kennt Kohlenausbisse, die nach ihrer Lage nahe am Grundgebirge der Liegend-Schichtenzone des Binnenlandtertiärs anzugehören scheinen, nach gefälligen Mitteilungen des Herrn Bergdirektors Škrábek, im Dorfe Seoce; im oberen Sremagraben bei Koritnik; bei Vlahinje; bei Izbod und südlich von Podgora. Aufgeschlossen wurden sie bis jetzt nur zum geringsten Teil und in so beschränktem Umfange, daß über ihren Schichtenverband näheres noch nicht ermittelt werden

konnte. Infolgedessen ist die Zugehörigkeit aller dieser Flöz-
ausbisse zur Liegend-Schichtenzone vorläufig nur ver-
mutlich, die allerdings dadurch sehr an Wahrscheinlichkeit
gewinnt, daß bei Župča und Popovići (nordöstlich von der
Eisenbahnstation Podlugovi), im Hangenden des Kohlen-
zuges Podgora—Izbod—Seoce und in einem Vertikalabstande
von ihm, welcher dem in diesem Gebiete auch sonst gewöhn-
lichen ziemlich gleichkommt, ein Kohlenflöz ausbeißt, welches
nach seiner Gliederung dem Bauflöz von Breza entsprechen
und somit der Mittel-Schichtenzone angehören dürfte.

Beeinträchtigt wird die Klarheit der Verhältnisse jedoch
einmal durch die petrographischen Änderungen, welche alle
Schichtenglieder des Binnenlandtertiärs im Ablagerungsteile
östlich der Stavnja und weiter südöstlich bis in die Gegend von
Sarajevo erfahren, wobei durch das Herrschendwerden von
sandigen Mergeln und Tegeln eine gewisse Uniformität der
Gesteinsausbildung platzgreift, wodurch Stufenparalleli-
sierungen äußerst erschwert und südöstlich vom Misocatale
überhaupt fast unmöglich werden; und ferner insbesondere
auch durch die eigenartige Entwicklung zwischen Mahala,
Koritnik und Bukovik, wo Süßwasserkalke mit *Helicinen*,
mergelige Sandsteine und rote Konglomerate angetroffen
werden, die petrographisch und anscheinend auch faunistisch
eine Analogie der gleichartigen Schichten von Kraljevska
Sutjeska darstellen, so daß bloß darnach zu urteilen, dieses
Terrain unbedingt zur Liegend-Schichtenzone einbezogen
werden müßte. Damit ist aber schwer in Einklang zu bringen,
daß das im Srematale und in dem von Koritnik herabkommen-
den Bache ausbeißende, in seiner Lagerung offensichtlich
stark gestörte Flöz sich in seiner und seiner unmittelbaren
Begleitschichten Beschaffenheit mehr an das Bauflöz von
Breza, als an das Liegend-Leitflöz anschließt. Auch hier
kann eine Klärung der Sachlage nur durch zweckmäßige
Schürfungen erreicht werden.

* * *

Ein Rückblick auf die vorstehende Darstellung der
Liegend-Schichtenzone der Zenica—Sarajevoer Braunkohlen-
ablagerung gestattet hauptsächlich zwei Ergebnisse hervor-
zuheben: erstens die allgemeine Entwicklung der Zone
und zweitens, ihre Kohlenführung.

In ersterer Hinsicht erweist sich die Liegend-Schichten-
zone in ihrer ganzen Erstreckung von der Bosna bei Zenica bis

Partialanalysen von Kohlen der Liegend-Schichtenzone der Zenica-Sarajevoer Braunkohlenablagerung.

Herkunft der Kohle	Bestandteile in Prozenten					Heizwert in Kalorien, zumeist kalori- metrisch bestimmt	Verkokungs- fähigkeit
	Feuchtigkeit	Asche	Gesamt- schwefel	Verbrenn- licher Schwefel	Entgasungs- rückstand		
Vrtlišće-Mramor	14·65	10·40	5·12	—	52·40	5085	Sandkohle
Ponihovo	9·46	12·80	6·30	—	49·85	5160	Sinterkohle
Koritnik	10·80	19·70	11·36	—	—	3523	Sandkohle
Ausbiß im Koščani- Graben (obere Bank).	11·20	13·23	4·95	3·40	58·25	4969	Desgl.
Ebenso (untere Bank).	12·16	8·02	3·84	—	56·30	5297	Desgl.
Koščanischürfung (Stollen)	11·27	8·83	—	—	50·25	5316	Desgl.

in die Gegend von Podlugovi überall als durch wiederholte Einschwemmungen vom angrenzenden Festlande sowie durch zeitweilige und vielleicht auch räumlich nicht zusammenhängende Versumpfungen und Anhäufungen von Pflanzenstoffen beeinflusste Seichtwasserbildung. Diese Entstehungsvorstellung, welche am Rande eines sehr flachen, in Ausbuchtungen des Umrandungsgebirges eingreifenden und namentlich hier zur Versumpfung neigenden Sees, in welchen auch Wasserläufe einmünden, die ihm zeitweilig gröbere Sinkstoffe zuführen, durchaus naturgemäß ist, macht es zur sozusagen notwendigen Voraussetzung, daß sowohl die gröber klastischen als auch alle anderen, durch die Erosionsvorgänge des Umlandes beeinflussten Sedimente nicht gar zu weit vom Rande in das Seebecken hineinreichen können. Sie müssen gegen das Seeinnere zu auskeilen, schon deshalb, weil die Sedimentationsbedingungen der Uferzone nicht auch im tieferen Wasser der Beckenmitte bestehen bleiben konnten, sondern dort sicherlich Änderungen erfahren mußten. Es ist demnach so gut wie sicher, daß die Liegend-Schichtenzone samt der ihr angehörigen Flözgruppe nur eine gewisse Strecke in das Beckeninnere hineinreichen kann, aber leider besitzen wir dermalen noch keinen positiven Anhalt zur Beurteilung der mit Bezug auf die Kohlenführung vom praktischen Standpunkte gewiß wichtigen Frage, wie weit sie vom heutigen Rande der Ablagerung gegen das Innere anhalten dürfte. Denn bis nun wurde überhaupt erst ein einziger Versuch, u. zw. durch eine beim Kohlenwerke Breza angesetzte Tiefbohrung unternommen, das supponierte Anhalten der Liegendflöze gegen das Beckeninnere zu ermitteln, welcher Versuch aber ergebnislos blieb, weil die Bohrung bei 242·4 m Tiefe eingestellt wurde, ohne ein nennenswertes Kohlenflöz durchsunken und leider auch ohne eine zuverlässige Identifizierung eines erheblichen Teiles der durchsunkenen Schichten mit am Tage anstehenden ermöglicht zu haben.

Was nun das zweite oberwähnte Hauptergebnis, betreffend die Kohlenführung der Liegend-Schichtenzone, anbelangt, so beruht es in der Feststellung, daß die Zone mindestens ein baufähiges Flöz enthält, welches oben als ihr Leitflöz bezeichnet wurde. In seinem Liegend pflegt noch ein zweites Flöz oder Flözchen vorhanden zu sein. Das Leitflöz, bzw. die ganze Flözgruppe, scheint nicht kontinu-

ierlich entwickelt zu sein, worauf wohl auch vorzugsweise die in den einzelnen Ablagerungspartien beträchtlich verschiedene Detailbeschaffenheit des Flözes zurückzuführen ist. Sehr beachtenswert ist jedoch, daß unbeschadet dessen das Leitflöz überall, wo es ausbeißt, oder durch Einbaue aufgeschlossen wurde, mag es sonst welche Verschiedenheiten immer aufweisen, sich bis jetzt ausnahmslos entweder im ganzen, oder in der Liegend- oder in der Hangendpartie in einer Mächtigkeit von 2 bis 3 m verhältnismäßig sehr rein erwiesen hat, jedenfalls viel reiner als es besonders im südöstlichen Teile der Ablagerung, speziell im Gebiete von Breza, das dortige Bauflöz ist.

Die Qualität der Kohle der Liegend-Schichtenzone, welche durchwegs, auch wenn sie schieferig ist, das Aussehen hochwertiger Braunkohle besitzt und zuweilen bei schwarzer Farbe und lebhaftem Glanz äußerlich an Steinkohle erinnert, scheint erheblichen Schwankungen zu unterliegen und namentlich zuweilen etwas stark schwefelhaltig zu sein, jedoch sind die Untersuchungen darüber noch zu unvollständig, um die verlässliche Beurteilung dieser vom praktischen Standpunkte wichtigen Frage zu ermöglichen. Da ein Abbau im Bereiche der Liegendschichtenzone dermalen noch nirgends stattfindet, hat man begreiflicherweise der Beschaffenheit der Kohle auch nur geringeres Augenmerk zugewendet. Elementaranalysen fehlen noch; einige technische Analysen sind in der vorstehenden Tabelle (S. 109) zusammengestellt.

b) Die mittlere Schichtenzone mit der Hauptflözgruppe.

An die Liegend-Schichtenzone schließt sich auf der Ostseite der Zenica-Sarajevoer Braunkohlenablagerung beckenwärts mit völlig konkordanter Lagerung die mittlere Schichtenzone an, welche die kohlenreichste Abteilung der ganzen Ablagerung ist. Charakteristisch für diese Zone ist die in der Richtung von Nordwest gegen Südost stattfindende sukzessive Änderung ihrer Entwicklung, welche bewirkt, daß die im nordwestlichen Abschnitte, zumal im engeren Gebiete von Zenica, bestehende weitgehende Gliederung sich gegen Südosten immer mehr vereinfacht und schließlich im südöstlichen Ablagerungsabschnitte, etwa von Visoko bis Sarajevo, einer Ausbildung Platz macht,

die mit jener bei Zenica nicht mehr in direkte Parallele gebracht werden kann.

Diese Entwicklungsänderung wurde dadurch verursacht, daß die anfängliche und im nordwestlichen Beckenabschnitte länger als im südöstlichen anhaltende Versumpfung, welche die Bildung kalkigtoniger, nur im Ablagerungsbeginne zeitweilig von sandigen Einschwemmungen durchsetzter Sedimente sowie zahlreicher Kohlenflöze ermöglichte, bei der fortschreitenden Vertiefung des Seebeckens (vgl. S. 82) naturgemäß aufhörte, infolgedessen auch die anfängliche Bildung von Süßwasserkalken, Mergeln und Kohlenflözen im nordwestlichen Abschnitte allmählich, im südöstlichen rascher durch den Absatz fein- und grobklastischer Sedimente abgelöst wurde. Dadurch ist auch eine gewisse Zweiteilung der mittleren Schichtenzone bewirkt in eine untere, wesentlich sandig-tegelige und kalkig-mergelige, kohlenreiche, und in eine obere psammitische und fast kohlenfreie Schichtenfolge, von welchen die erste, minder mächtige, am Tage nur in der nordöstlichen Randpartie einen schmalen, von Nordwest gegen Südost an Breite von zirka 2-5 km bis zur Auskeilung abnehmenden Streifen bildet, während die obere, ungemein mächtige psammitische Schichtenfolge fast den ganzen übrigen Raum des Ablagerungsbeckens bis zu seinem südwestlichen Rande ausfüllt und daher den allergrößten Teil des von den oligomiozänen Binnenlandbildungen der Zenica-Sarajevoer Braunkohlenablagerung eingenommenen Geländes allein aufbaut. (Vergl. die Kartenbeilage.)

Die mittlere Schichtenzone mit der Hauptflözgruppe ist die am besten erforschte Abteilung der ganzen Ablagerung, was sich daraus erklärt, daß alle drei gegenwärtig in ihrem Bereiche bestehenden Kohlenwerke: Zenica, Kakanj und Breza auf der Hauptflözgruppe bauen, wodurch naturgemäß die Kenntnis derselben wesentlich gefördert wurde⁶¹⁾.

⁶¹⁾ Das älteste der drei genannten landesärarischen Kohlenwerke ist Zenica, das jüngste Breza. Bei Zenica wurden die ersten Schürfungen im Jahre 1880 vom damaligen „Kohlenindustrieverein“ eingeleitet. Im ersten Betriebsjahre wurden von 16 Arbeitern 4996 q Kohle gefördert. Die Produktion steigerte sich rasch bis auf 151.769 q im Jahre 1884, erfuhr aber im Jahre darauf einen starken Rückgang. Im Jahre 1886 wurde das Kohlenwerk Zenica vom Landesärar übernommen und technisch rationell ausgestaltet. Die Förderung betrug im Jahre 1886 zwar wieder nur 13.628 q, stieg aber hernach rapid von Jahr zu Jahr und

Wie bereits erwähnt, ist die Ausbildung der mittleren Schichtenzone, namentlich ihrer die Hauptflözgruppe einschließenden Liegendpartie, im nordwestlichen Abschnitte der Zenica-Sarajevoer Ablagerung, speziell in der Umgebung der Stadt Zenica, am mannigfaltigsten. Je weiter gegen Südosten, desto mehr vereinfacht sie sich, und diese viel weniger gegliederte Entwicklung hält dann ziemlich konstant im größten Teile der Ablagerung an, so daß eigentlich sie, und nicht die kompliziertere Ausbildung bei Zenica, als normal zu bezeichnen wäre. Der leichteren Übersicht halber und mit Rücksicht auf die trotz vielfacher Störungen immerhin guten Aufschlüsse empfiehlt es sich jedoch, bei der vergleichenden Betrachtung der mittleren Schichtenzone und der Hauptflözgruppe von der Entwicklung bei Zenica auszugehen.

Hier läßt sich im engeren Umkreise der Stadt, besonders im Bosnatale und im Graben des von Westen kommenden, in Zenica in die Bosna einmündenden Kočevo- (oder Kočevac-) Baches, die geologische Ausbildung der mittleren Schichtenzone mit befriedigender Klarheit verfolgen. Im Bosnatale nördlich von Zenica ist das folgende Profil recht gut zu übersehen.

An die Liegendschichtenzone schließen sich bei Gradišće und Tetovo als tiefstes Glied der mittleren Schichtenzone graugrüne tonreiche Kalksandsteine oder sandige Tegel an, die bankweise ziemlich viel Serpentin- und Radiolarit-Brockenwerk, gelegentlich auch größere Gerölle dieser Gesteine enthalten und von sich leicht lettig zersetzenden, blähenden Schiefertonschichten durchsetzt werden. Die Sandsteine pflegen ein sehr reichliches tonig-kalkiges Bindemittel zu besitzen und Kalk bildet auch einen beträchtlichen Anteil der Sandkörner, namentlich in den feinkörnigen Partien. Daher ist das Gestein in Säuren gewöhnlich bis auf ein relativ geringes Residuum löslich, welches überwiegend aus Quarzkörnchen, wenig Serpentin- und Grünsteinbrocken und etwas

macht gegenwärtig rund 1,800.000 q jährlich aus. Das Kohlenwerk Kakanj hat zur Zeit die größte Erzeugung (im Jahre 1914: 1,853.454 q); das jüngste Kohlenwerk Breza, fördert jetzt rund 1, 00.000q Kohle jährlich. Die Produktion jedes dieser drei Kohlenwerke ist zwar steigerungsfähig, jedoch wird zur Befriedigung des immer mehr anwachsenden Kohlenbedarfes auch an die Errichtung eines weiteren neuen Kohlenwerkes im Bereiche der Zenica-Sarajevoer Ablagerung gedacht.

Kohle besteht. Die oberen Schichten des Sandsteines pflegen schnürchenweise zerpreßte Muscheln, hauptsächlich *Limnaeen*, oder Muschelschalengereibsel sowie Glanzkohlennestchen zu enthalten und hier stellen sich auch einzelne Lagen von grauem, kieseligem, splittrigem Mergelkalk ein, der öfters von eigentümlichen Kieselkonkretionen begleitet wird. Dieselben sind meist mehr als kopfgroß und stets hocheisenschüssig, was teils durch Siderit, teils durch Schwefelkies bewirkt wird, weshalb die ausgewitterten und im Flußschotter vorfindlichen Knollen von einer gelben und roten limonitischen und hämatitischen Rinde bedeckt zu sein pflegen.

Über diesen untersten Schichten folgt ein Kohlenflöz, welches als liegendstes eigentlich als erstes der mittleren Schichtenzone zu bezeichnen wäre. Beim Kohlenwerke Zenica ist es jedoch üblich, die Liegendflöze vom sogenannten Hauptflöze abwärts zu zählen, was insofern begründet erscheint, als sich das anhaltende und gut charakterisierte Hauptflöz tatsächlich am besten zum Ausgange der Gliederung eignet. Diesem Umstande Rechnung tragend, sei auch hier das unterste Flöz der mittleren Flözgruppe als fünftes Liegendflöz angeführt. (Vgl. Abb. 24.)

Es ist zu bemerken, daß man noch vor einem Jahrzehnt bei Zenica überhaupt nur drei Liegendflöze kannte.⁹²⁾ Durch Zufallsentblößungen, durch sorgfältigere Begehungen und namentlich durch Schurfeinbaue wurde ihre Zahl sukzessive vermehrt, so daß man jetzt in der Hauptflözgruppe allein fünf Liegendflöze zählt und das Vorhandensein eines sechsten wahrscheinlich ist. Besonderes Gewicht ist hierauf jedoch nicht zu legen, einmal deshalb, weil zwischen den gegenwärtig anerkannten fünf Liegendflözen noch in ziemlicher Anzahl isolierte Kohlenbänke und Schmitze auftreten, die sich im Streichen vereinigen oder auch einzeln so anschwellen können, daß sie lokal wieder werden als neues Flöz gezählt werden können und andererseits deshalb, weil gerade in der von zahlreichen Störungen durchzogenen Umgebung von Zenica die Flözfolge noch nicht überall so einwandfrei geklärt erscheint, daß die heute als gesichert angenommene Zahl der Liegendflöze als endgültige Erkenntnis bewertet werden dürfte.

⁹²⁾ Vgl. Katzer, Die geologische Entwicklung der Braunkohlenablagerung von Zenica in Bosnien, Wissensch. Mitt. aus Bos.-Herc, L, c, IX, Bd., 1904, p. 305.

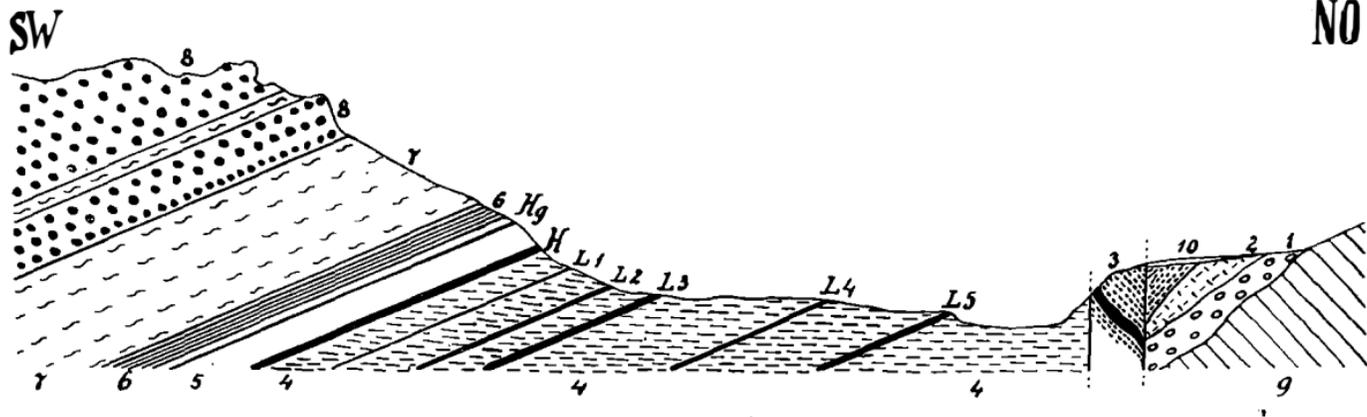


Abb. 24. Profil der mittleren Schichtenzone mit der Hauptflözgruppe bei Zenica.

(Das Profil ist beiläufig von Crkvica im Nordosten über das Bosnatal zum Katunberge geführt und in der mittleren Schichtenzone durch Hinweglassung der Störungen behufs klarerer Veranschaulichung der Schichtenfolge vereinfacht.)

1, 2 u. 3: *Liegend-Schichtenzone*, u. zw. 1 = Konglomerat; 2 = Süßwasserkalk; 3 = Sandige Mergel, ein mächtiges Kohlenflöz einschließend. (Vergl. S. 95.) - 4 bis 8: *Mittlere Schichtenzone*, u. zw. 4 = Die hauptsächlich aus sandigen Tegeln und Mergeln bestehende untere Schichtenreihe mit den Liegendflözen L 1 bis L 5. 5 = Süßwasserkalke mit *Carpolithes foveatus* Engh. 6 = *Glyptostrobus*-Schichten. 7 = Kurzbrüchige schüttige Mergel. 8 = Hangend-Konglomeratstufe. H = Hauptflöz, Hg = Hangendflöz. Zwischen beiden pflegen noch einige Kohlenstimme entwickelt zu sein.

Die größte Erschwernis der vollen Klärung der Sachlage beruht in dem Mangel an ausreichenden Querungen, weil die natürlichen Aufschlüsse doch nicht zusammenhängend genug sind und beim Bergbau eine querschlägige Durchörterung der tiefsten Liegendflöze noch nirgends stattgefunden hat. Auch ist keine von den bis nun vorgenommenen Tiefbohrungen bis in die Liegendpartie der Hauptflözgruppe niedergebracht worden. Die infolgedessen teilweise noch bestehenden Ungeklärtheiten der Detailverhältnisse der Hauptflözgruppe sind jedoch von geringer Bedeutung gegenüber der vollkommen sicher festgestellten Tatsache, daß diese Gruppe im engeren Gebiete von Zenica aus 6 bis 8 Flözen besteht, von welchen die unteren von überwiegend sandig-tegeligen und lettigen, die oberen von fast nur mergeligen Schichten begleitet werden. (Vergl. Abb. 24.)

Das besagte fünfte Liegendflöz beißt in der linken Bosnaböschung und im Flusse selbst, etwa einen halben Kilometer unterhalb der scharfen Kehre, welche die Bosna südlich von Tetovo macht, in der Nähe des Kašić-Gehöftes aus. Es besteht bei einer Gesamtmächtigkeit von zirka 7 bis 8 m aus mehreren durch Schiefertons- und Tegelzwischenmittel mit wenigen Mergeleinschaltungen getrennten Bänken, von welchen die hangendste beiläufig 1 m mächtig ist, während die Einzelmächtigkeiten der übrigen meist unter 50 cm bleiben, wobei die tauben Zwischenmittel ebenfalls 20 bis 50 cm stark sind. Da die Kohle ein befriedigendes Aussehen hatte, wurde das Flöz vor etlichen Jahren mittels eines Stollens beschürft, jedoch wurde die Schürfung des druckhaften Gebirges und sonstiger Mißlichkeiten wegen bald eingestellt.⁶³⁾ Der Stollen wurde im Flöze auf 140 m vorgetrieben, worauf ein Verwurf angefahren wurde, der das Flöz gegen Süden verwirft und dessen Ausrichtung versucht wurde, ohne daß aber die Fortsetzung des Flözes erreicht worden wäre. Zur näheren Untersuchung des Flözes wurde in der Nähe des Stollenmundloches mit einer Querung vorgegangen, welche ergab, daß von der Mächtigkeit des Flözes mehr als die Hälfte auf die tauben Zwischenmittel entfiel. Es stellte sich starker Druck ein und die ausgefahrenen Strecken und Bewetterungsaufbrüche brachen stellenweise zusammen. Ehe noch zu einer Wieder-

⁶³⁾ Die bezüglichen Angaben verdanke ich dem seinerzeitigen Leiter der Schürfung, Herrn Ober-Bergverwalter O. Weselsky.

herstellung geschritten werden konnte, fing das Flöz plötzlich zu brennen an, der Wetterschacht brannte aus, ging zu Bruche und der Stollen mußte abgedämmt werden. Diese Erfahrungen mahnen bei etwa zu erneuernden Versuchen, das fünfte Liegendflöz abzubauen, jedenfalls zur Vorsicht, wenn es auch nichtausgeschlossen ist, daß in dem Flözverhalten, namentlich in größerer Teufe, eine Änderung zum Besseren eintreten könnte. Bedenklich bleibt jedoch nebst der Neigung zum Brande insbesondere der Umstand, daß das Hangende des Flözes und zugleich seiner die Abbaufähigkeit wesentlich mitbedingenden mächtigsten Kohlenbank nicht fest ist, sondern von brüchigem, druckhaftem Tegel gebildet wird, und daß auch die Zwischenmittel und das Liegende des Flözes druckhaft und blähend sind.

In einem Vertikalabstande von rund 80 m über dem fünften liegt das nächst höhere, vierte Liegendflöz, welches nur etwa 1.5 m mächtig und stark verstaubt ist. Auch hier ist das Hangende im allgemeinen von der gleichen tegelig-lettigen Art wie das Liegende, jedoch lagenweise mehr grobsandig und eisenschüssig.

Dieses Flöz wurde gelegentlich der Anlage der Förderbahn zum Abfördern der Kohle aus dem vorgedachten Schurfstollen durchörtert, aber wegen seiner wenig günstigen Beschaffenheit nicht weiter untersucht.

In einer flachen Entfernung von zirka 300 Schritt flußaufwärts, was einem Vertikalabstande von rund 110 m entspricht, folgt über den sandig-tegeligen Hangendschichten des vierten das dritte Liegendflöz, welches ebenfalls in mehrere Bänke gegliedert, in dem Aufschlusse bei Tetovo beiläufig 5 m mächtig ist, anderwärts aber bis auf 8 m anschwillt. Es ist das bergmännisch wichtige Flöz, welches im Zenicaer Werksbereiche namentlich im Podbrežjereviere seit Jahren im Abbau steht und früher als zweites Liegendflöz bezeichnet worden war. Es ist bankweise zwar sehr rein, wird aber zum Teil auch reichlich von tauben Mitteln durchsetzt, insbesondere in der bis 1.5 m mächtigen Liegendpartie, die dadurch unbauwürdig zu werden pflegt. Charakteristisch für dieses Flöz ist eine seine Mitte einnehmende, 0.6 bis 1 m mächtige, fossilienreiche Mergelbank, die in der Regel von fünf Kohlenblättern durchsetzt wird. Die tauben Zwischenmittel des Flözes werden in der Liegendpartie teilweise von grüngrauem, sandigem Schiefertone oder mürbem tonigem, kalkfreiem

Sandstein gebildet; im übrigen herrschen jedoch hellfarbige, gut geschichtete bis fast schieferige, teils milde, teils härtere, mehr oder weniger bituminöse Mergel vor, die auch im Hangenden des Flözes mächtig entwickelt sind. Sie werden hier vielfach von Kohlschiefer- und Glanzkohlschmitzchen durchzogen und enthalten lagenweise reichlich Muschelschalen oder auch Pflanzenabdrücke. Die ersteren, worunter große *Limnaea*, *Fossarulus* cf. *pullus* Brus., *Planorbis* und *Neritodonta*, ferner an einigen Stellen langovale, anscheinend dünn-schalige *Unioniden* mit geraden Schloß- und Unterrändern und ziemlich gleichmäßig abgerundeten Vorder- und Hinterrändern vorherrschen, pflegen zerpreßt und spezifisch kaum bestimmbar zu sein, wohingegen die Pflanzenreste, welche in den tieferen Schichten zwar auch zumeist nur aus unbestimmbaren Fetzen von Sumpfgewächsen bestehen, in den oberen Mergelbänken stellenweise vortrefflich erhalten sind. Hier sind es fast ausschließlich Blattabdrücke von Laubhölzern. H. Engelhardt (l. c.) hat aus diesen Schichten von der westlich der Bosna befindlichen Lokalität Biel put beim Dorfe Podbrežje die folgenden Spezien bestimmt:

Phragmites oeningensis Al. Br.

Quercus lonchitis Ung.

Castanea Ungerii Heer.

Fagus Feroniae Ung.

Ilex ambigua Ung.

Rhamnus Gaudinii Heer.

Es sind dies durchwegs Arten, die anderwärts sowohl in oligozänen als auch in miozänen Bildungen auftreten und daher zur genaueren Altersbestimmung der sie einschließenden Schichten sich nicht eignen. Die Blattabdrücke, insbesondere von *Castanea Ungerii*, sind an dem genannten sowie an einigen anderen Fundorten der nördlichen Umgebung von Zenica in manchen Mergellagen in solcher Menge vorhanden, daß man anzunehmen berechtigt ist, daß in diesem Gebiete das flache, versumpfte oligozäne Seebecken von Kastanienwäldern sowie von Eichen-, Buchen- und Kreuzdornbeständen umsäumt war, von woher die Blätter und Zweige in das Moor geweht wurden. Ob das Holz dieser Bäume an der Kohlenbildung Anteil hatte, ist nach der Beschaffenheit der Kohle nicht wahrscheinlich. Eher wäre denkbar, daß eine noch nicht sicher ermittelte Wasser- oder Sumpfpflanze, von welcher eigentümliche Früchte stammen, die stellenweise, u. zwar

hauptsächlich im unmittelbaren Hangenden des Flözes, in großer Menge auftreten, mit ihren vegetativen Teilen zur Kohlenbildung erheblich beigetragen haben könnten. Die besagten Früchte sind 6 bis 9 mm lange und 2 bis 3 mm breite, an einem Ende verschälerte, zweiklappige, an der Oberfläche zart gekörnelte Kapseln, die einen entsprechend kleineren, zugespitzt walzenförmigen, glatten Samen einschließen. Am häufigsten sind die Früchte geschlossen, jedoch kommen auch aufgesprungene sowie einzelne Klappen und isolierte Samen reichlich vor. Die letzteren zeigen nur selten ein dünnes Kohlenhäutchen, während die Früchte fast stets eine Kohlenrinde tragen. H. Engelhardt (l. c. S. 384) benannte diese Früchte *Carpolithes valvatus*, da er sich nicht entschließen konnte, sie auf eine bestimmte Pflanze zu beziehen. Bemerkenswert ist, daß die Mergelschichten, welche eine Fülle der Früchte enthalten, in der Regel etwas sandig sind und bis jetzt andere Pflanzenreste, mit denen die Früchte in Zusammenhang gebracht werden könnten, nicht geliefert haben. Das läßt vermuten, daß die Früchte von Pflanzen stammen, die an der Wasseroberfläche schwammen, während die Früchte zu Boden sanken und mit Schlamm bedeckt wurden. Die schwimmenden Pflanzenteile, Blätter, Stengel u. a. können durch Strömungen an ganz andere Stellen des Seebeckens vertragen worden sein, wo sie vielleicht erst relativ viel später in Schlick eingebettet wurden, bezw. an der Kohlenbildung teilgenommen haben. Vielleicht wird von dieser Erwägung aus das Rätsel dieser massenhaften Früchte einer befriedigenden Lösung zugeführt werden können.⁶⁴) *Carpolithes valvatus* kommt zwar nur stellenweise vor und scheint auch nicht ganz

⁶⁴) F. v. Kerner, Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanst., 55. Bd., Wien, 1905, p. 494 ff. erörterte die gleiche Frage in bezug auf von ihm einer Hornblattart (*Ceratophyllum*) zugeschriebene Früchte und Samen aus der Kohlenablagerung von Sinj in Dalmatien. Derlei Früchte kommen auch in einigen Braunkohlenablagerungen Bosniens und der Hercegovina vor (z. B. bei Prozor, Mostar etc.); sie sind jedoch mit den obigen Carpolithen von Zenica nicht identisch. — Ein weiteres analoges Beispiel bieten auch die Steinfrüchte von *Trapa*, die sich im europäischen Jungtertiär unverhältnismäßig häufiger fossil finden, als die Blätter, was A. Schenk (Zittels Handbuch d. Paläontologie II. Abt., 1890, p. 631) dadurch erklärt, daß die untergetauchten Trapablätter früh zugrundegehen und die Schwimmblätter an der Wasseroberfläche absterben oder von Wassertieren verzehrt werden.

ausschließlich allein auf das Hangende des dritten Liegendflözes der Zenicaer Hauptflözgruppe beschränkt zu sein, findet sich aber nach allen bisherigen Erfahrungen in größerer Menge doch nur dort vor, so daß er als immerhin brauchbares Leitfossil für das dritte Liegendflöz angesehen werden darf.

Über dem dritten Liegendflöz folgt eine im Mittel 70 m mächtige Schichtenreihe von gelben, grauen und bräunlichen, öfters gebänderten, teils tonigen, milden, teils mehr kalkigen, härteren Mergeln, welche ein Kohlenflöz einschließen. Dieses stark gegliederte und gewisse Eigenheiten des dritten Liegendflözes mit solchen des Hauptflözes von Zenica in sich vereinigende Kohlenflöz, welches nun als das zweite Liegendflöz bezeichnet wird, ist am Tage nirgends ausreichend zugänglich, es wäre denn, daß es an einem oder dem anderen Ausbisse verkannt und unzutreffend identifiziert worden sein würde, was im Bosnacknie nördlich von Putovići der Fall sein soll, wo das dort als drittes angesehene Liegendflöz eher das zweite repräsentieren soll. Hiervon abgesehen beruht die dermalige Kenntnis des Flözes lediglich auf den durch bergmännische Eingriffe: Bohrungen und die neue Zenicaer Schächanlage geschaffenen Aufschlüssen, welche allerdings seine Ausbildung und Gliederung sehr detailliert kennen gelehrt, jedoch seine Stellung innerhalb der Hauptflözgruppe von Zenica noch nicht ganz einwandfrei geklärt haben.

In dem Aufschlusse an der Bosna S. von Tetovo ist nahe des großen Verwurfes, welcher, das Podbrežjerevier mit ziemlich westöstlichem Verlaufe im Süden begrenzend, hier die Bosna erreicht, ein Kohlenausbiß vorhanden, dessen Vertikalabstand vom dritten Liegendflöze annähernd 35 m beträgt, was mit der durch Bohrungen ermittelten Distanz zwischen dem besagten zweiten und dem dritten Liegendflöze übereinstimmt, so daß der in der Verwurfszone entblöbte Ausbiß recht wohl einem geringmächtigen Repräsentanten oder einem Teile des zweiten Liegendflözes entsprechen könnte.

Auch westlich von diesen Ausbissen im Podbrežjerevier scheint das Flöz entweder zu fehlen oder nur schwach entwickelt zu sein. In seiner ungefähren Position treten dort (besonders beim Frischglückstollen II) lediglich zwei bis drei je etwa 15 bis 30 cm starke Schmitze auf, die für seine Repräsentanten angesehen werden. Geschieht dies mit Recht, so ist es jedenfalls sehr auffallend, daß in der dem Podbrežje-

reviere südlich vorgelagerten abgesunkenen Scholle, auf welcher die Altgrube und der Neuschacht von Zenica bauen, das Flöz Mächtigkeiten von 4 bis über 8 *m* aufweist. Dieses rasche Anschwellen des Flözes steht im völligen Gegensatze zum Verhalten der sonstigen Kohlenflöze, die alle im Podbrežje-reviere mächtiger sind als im engeren Gebiete von Zenica. So beträgt z. B. die größte Mächtigkeit des Hauptflözes bei Podbrežje 15·42 *m*, einen Kilometer weiter südlich in der Altgrube von Zenica jedoch nur 9·68 *m*. Analoge Mächtigkeitsverminderungen erfahren auch die übrigen Flöze, so daß dieser Norm gegenüber das rapide Anschwellen des zweiten Liegendflözes eine gewissermaßen überraschende Ausnahme bildet, für welche es zur Zeit noch an einer befriedigenden Erklärung gebricht. Es hat den Anschein, daß das zweite Liegendflöz nur eine lokale linsenförmige Bildung, oder daß seine abnormale Mächtigkeitszunahme vielleicht durch noch nicht erkannte tektonische Vorgänge verursacht sein könnte. Die im Neuschachte zu Zenica begonnene Ausrichtung des Flözes dürfte den Sachverhalt in absehbarer Frist klarstellen.

Für die Annahme lokaler linsenförmiger Anschwellungen würde es sprechen, wenn das vorhin erwähnte Liegendflöz bei Putovići sich wirklich als das zweite erweisen würde, weil es dann auch hier unvermittelt mit mehr als 4 *m* Mächtigkeit, wovon drei Viertel auf die Kohle kommen, auftreten würde.

Rund 40 *m* über diesem zweiten folgt ein weiteres Kohlenflöz, welches als das erste Liegendflöz bezeichnet wird. Es lagert zwischen Mergeln im Liegenden und sandigen Tegeln im Hangenden und besitzt im engeren Bereiche von Zenica eine Mächtigkeit von rund 1·5 *m*, wobei es aber mehr als zur Hälfte vertaubt zu sein pflegt, weshalb es, als unbauwürdig, montanistisch nicht in Frage kommt. Auch paläontologisch weist das Flöz keine bemerkenswerten Eigenheiten auf.

In einem Abstände von 40 bis 50, in der Regel 42 *m* weiter aufwärts folgt sodann das seiner bedeutenden Mächtigkeit, seiner guten Kohlenbeschaffenheit und seines weiten streichenden Anhaltens wegen wichtigste Flöz der ganzen Ablagerung, weshalb es auch mit Recht als Hauptflöz angesprochen wird. Es hat grüngraue, sandige Tegel, teilweise durchsetzt von mehr gelbgrauen und zuweilen verkohlte Pflanzenspreuenthaltenden Schiefertönbanken, zum Liegenden, während das Hangende von mergeligen bituminösen Süßwasserkalken gebildet wird. Auf die Gliederung des Kohlen-

flözes, dessen Mächtigkeit im Zenicaer Werksgebiete, wie oben schon bemerkt wurde, zwischen 9 und 15·5 *m* variiert, wird weiter unten näher eingegangen werden. Hier sei vorerst nur zur allgemeinen Charakteristik des Hauptflözes bemerkt, daß es in der Regel aus einer Anzahl (meist 11) verschieden mächtiger Kohlenbänke besteht, die durch mergelige Zwischenmittel voneinander geschieden sind, welche in einer Lage in der oberen Flözpartie zahlreiche Schmitzchen von Glanzkohle einschließen. Diese kohlengestriemte Lage pflegt besonders reich an leider zumeist verdrückten Fossilien zu sein, die aber auch sonst im Flöze nirgends fehlen und besonders die Hangendflächen der einzelnen Kohlenbänke am Übergange in die Zwischenmittel zu bedecken pflegen. Die tierischen Fossilien sind zwar keine exklusiven Leitfossilien, zum Teile jedoch für das Flöz recht charakteristisch. In den sandigen Tegeln im Liegenden des Flözes finden sich stellenweise große dickschalige *Unioniden* von einer verwandten oder gleichen Art, wie sie auch im zweiten Liegendflöz vorkommen, aber verschieden von den *Unioniden* des dritten Liegendflözes. In den mergeligen Zwischenschichten des Hauptflözes erscheinen lagenweise in Menge *Limnaeen*, u. zw. vorwiegend eine 3 bis 5 *cm* hohe Art mit länglich eiförmiger, ziemlich stumpf zugespitzter dünner Schale, flach gewölbten Windungen und schmalen Nähten sowie kräftigen Zuwachsstreifen auf der letzten Windung, die jedenfalls in die nahe Verwandtschaft des *Limnaeus subpalustris* Thom. gehört; daneben aber auch eine kleinere bauchige Art, die an *Limnaeus Korlevići* Brus. erinnert, aber ebensowenig wie die erste sicher bestimmt werden kann, weil bis jetzt trotz des massenhaften Vorkommens nur mehr oder weniger stark zerpreßte Exemplare gefunden wurden. Das gilt auch vom zweiten und dritten Liegendflöze, wo die anscheinend gleichen *Limnaeen* ebenfalls in großer Menge vorhanden sind. Im ganzen Hauptflöz, besonders reichlich jedoch in seiner Hangendpartie und in seinen Deckenschichten, ist ein *Fossarulus* verbreitet, der zwar ebenfalls meist verdrückt zu sein pflegt, aber nach doch öfters vorfindlichen besser erhaltenen Stücken, die Form der Schale, Spiralstreifung und Mündung unversehrt zeigen, mit Sicherheit als *Fossarulus Bulići* Brus. bestimmt werden kann. Mit den Schalen zusammen kommen auch ziemlich reichlich Deckelchen vor, ovale flachgewölbte Schildchen, von höchstens 4 bis 5 *mm* größtem Durchmesser, die auf der einen (unteren?) Fläche

um den Nucleus nur wenige konzentrische Zuwachsrillen, auf der anderen bloß eine Randkerbe zeigen, ganz ähnlich, wie es bei *Bythinien*deckeln der Fall ist. Da aber *Bythinien* in den fossarulusreichen Lagen sehr selten sind, scheint es ziemlich zweifellos, daß die fraglichen Deckelchen zu *Fossarulus Bulići* gehören. Sie sind jedoch nicht, wie es bei *Fossarulus* sonst die Regel ist, kalkig, sondern hornig. *Fossarulus Bulići* scheint für das Hauptflöz charakteristisch zu sein, da er zwar auch im zweiten Liegendflöz vorkommt, jedoch viel seltener und gewöhnlich zusammen mit *Fossarulus tricarinatus* Brus., welcher im Hauptflöz gänzlich zu fehlen scheint. Mit den *Limnaeen* beisammen findet sich im Hauptflöz ferner reichlich ein kleiner *Planorbis*, besonders in den tieferen Kohlenbänken, während in der Hangendpartie des Flözes vorerst vereinzelt, dann lagenweise in größerer Anzahl ein etwa 1 cm breites, rundlich eiförmiges *Sphaerium* oder *Pisidium* auftritt, dessen nähere Bestimmung der zumeist mangelhaften Erhaltung wegen noch nicht gelang. Die sonstigen tierischen Reste des Hauptflözes von *Zenica*, z. B. *Glandina*, *Succinea*, *Neritodonta* etc., kommen nur vereinzelt vor und sind auf den Gesamtcharakter der Fauna ohne nennenswerten Einfluß.

Von Pflanzenfossilien sind innerhalb des Hauptflözes und in seinen nächsten Begleitschichten vegetative Reste selten. Man kennt bis jetzt nur aus den Hangend- schichten außer spärlichen Zweigchen von *Glyptostrobus europaeus* Heer vereinzelt Blattabdrücke von Laubhölzern, insbesondere *Rhamnus* und *Castanea*, meist in minder günstiger Erhaltung. Dagegen sind manche Lagen des Süßwasserkalkes im unmittelbaren Hangenden des Hauptflözes ganz erfüllt mit Abdrücken von Früchten oder Samen, deren Zugehörigkeit zu einer bestimmten Pflanzenart zu ermitteln bis jetzt ebensowenig gelungen ist, wie bei den oben besprochenen Samen des dritten Liegendflözes. H. Engelhardt hat zwei Formen unterschieden. Die eine beschreibt er unter dem Namen *Carpolithes alatus* als zylindrisch, entweder beiderseits zu einer Spitze verjüngt oder an einem Ende abgerundet und stets nur auf einer Seite mit einem sich nach unten verschmälernden Flügel versehen; bei der anderen, die er *Carpolithes foveatus* nennt, charakterisiert er die Samen als umgekehrt eirund, am Grunde zugespitzt, an einem Rande flügelartig erweitert und an der Oberfläche mit Grübchen versehen, die am breiteren Ende größer und tiefer seien,

als am schmalen. Das Material, welches Engelhardt vorlag, war leider wenig umfangreich und auch nicht sonderlich gut erhalten, wodurch es verschuldet wurde, daß die Abbildungen



Abb. 25. Mergelplatte mit *Carpolithes foveatus* Englh. (nat. Gr.) aus dem Hangenden des Hauptflözes von Zenica. (Das Stück stammt von der rechten Seite der Bosna aus dem Aufschlusse am Wege nach Crkvica.)

der besagten Carpolithen (l. c. Taf. XCV, Abb. 2, 4, 6, 8 und Abb. 27 bis 29) das Aussehen der Frucht-, bezw. Samenab-

drücke nicht ganz naturgetreu wiedergegeben, weshalb hier eine photographische Abbildung, die zugleich zeigt, in welcher Menge die Früchte einzelne Schichtflächen bedecken, nicht unangebracht sein dürfte. (Abb. 25, 26.) Es hat den Anschein, daß es sich nicht um zwei verschiedene Samen, sondern um eine einzige Steinfrucht mit fleischiger äußerer und harter Innenschicht handelt, die je nach der Art ihrer Erhaltung im Abdruck und Steinkern ein verschiedenes Aussehen darbietet. Die eigentlichen, gewöhnlich an einem Ende verjüngten und dadurch keulenförmig gestalteten Samen sind 6 bis 9 mm lang, bei 2 bis 4 mm größter Breite, und besitzen eine glatte Oberfläche. Bei guter Erhaltung sind sie von einer Kohlenrinde umhüllt, welche dem Fruchtfleisch zu entsprechen scheint, das an der Oberfläche runzelig und

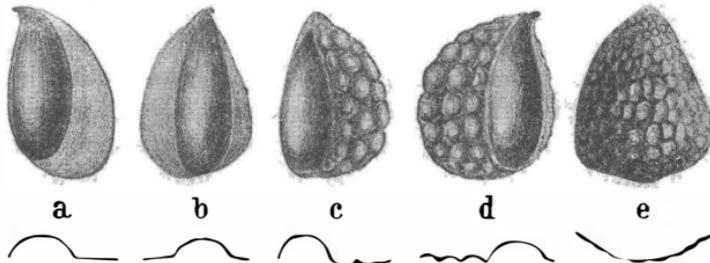


Abb. 26. *Carpolithes foveatus* Engl. in verschiedener Erhaltung, 2,5 mal vergrößert. Darunter die Querschnittslinien: *a* einseitig, *b* doppelseitig geflügelter Samen, *c* Samen mit seitlich anschließender, mit Grübchen versehener flügelartiger Fläche, *d* Dergleichen, jedoch statt der Grübchen auf dem flügelartigen Anhang kleine Pusteln zeigend. *e* Wahrscheinlich Hohlabdruck der äußerlich gekörneltten Frucht.

mit Grübchen bedeckt war, weshalb der Abdruck im Stein schuppig und gekörnelt aussieht. Je nach der Lage, in welcher die Früchte im Kalkschlamm eingebettet wurden und je nach dem Drucke, welchem sie ausgesetzt waren, konnte das weiche Fruchtfleisch bald auf einer, bald auf der anderen Seite hervorgepreßt werden, wodurch sich vielleicht die Entstehung der verschieden geformten scheinbaren Samenflügel erklären ließe. Solange man jedoch die Pflanze nicht kennt, von welcher die massenhaften Früchte herkommen, läßt sich die Sache nicht entscheiden und bis dahin muß auch der Engelhardtsche Name: *foveatus* (weil zutreffender als *alatus*) beibehalten werden. Die Früchte treten zwar hauptsächlich im Hangenden des Hauptflözes auf, kommen jedoch, wenn das nor-

male tegelige Liegende gelegentlich kalkig wird, auch in diesem vor, so daß *Carpolithes foveatus* als Leitfossil der Begleitschichten des Hauptflözes überhaupt angesprochen werden darf.

Die gelbgrauen und bräunlichen, infolge des wechselnden Bitumengehaltes öfters gebänderten, zumeist etwas mergeligen, in der Regel in starken Bänken abgelagerten und daher in umfangreichen Monolithen gewinnbaren Süßwasserkalke im Hangenden des Hauptflözes schließen mehrere Kohlenschmitze bis zu einer Spannenstärke ein; aber erst in 42 m Vertikalabstand über dem Hauptflöze erscheint im Profile von Zenica ein mächtigeres Kohlenflöz, welches als Hangendflöz bezeichnet wird. Im Altgrubenbereiche von Zenica hatte es eine Höchstmächtigkeit von 4.2 m und war relativ rein (durchschnittlich 30 % Zwischenmittel), weshalb es in der ersten Zeit des Werkbetriebes nicht unwesentlich zur Produktion beitrug. Gegen Südosten vertaubt es jedoch sehr rasch, so daß es bereits 500 m vom damaligen Haupteinbaue entfernt nurmehr in der Hangendpartie bei ungefähr 1.5 m Mächtigkeit mit etwa 90 cm reiner Kohle eben noch bauwürdig war, weiterhin aber unbaufähig wurde. Im nahen Liegenden der Kohle pflegt eine hochbituminöse braune Platte entwickelt zu sein, die zahlreiche Bruchstücke von verkohlten Stammstücken (*Rhizocaulon?*), Rhizomen Stengeln und breiten Blattfragmenten (*Cyperus?*) enthält, und direkt unter der Kohle pflegt eine mehr mergelige Schicht zerpreßte *Fossarulen* und *Limnaeen* (*Limnaeus* cf. *socialis* Schüb.) zu enthalten und kreuz und quer von schnürchenartigen Abdrücken durchzogen zu sein, die möglicherweise Kriechspuren sein könnten.

Ähnliche gelbliche Süßwasserkalke, wie sie im tieferen Liegenden herrschen, bilden auch die unmittelbare Decke des Hangendflözes; weiter aufwärts werden sie jedoch mehr plattig, fest und splittrig, zum Teile auch körnig, wobei die Farbe sich ins Blaugraue zu ändern pflegt. Diese Schichtenstufe, deren Mächtigkeit bei Zenica 6 bis 15 m beträgt, und gewissermaßen im umgekehrten Verhältnis zur Mächtigkeit der Süßwasserkalke im Liegenden des Flözes, in südöstlicher Richtung nicht ab-, sondern zunimmt, ist durch eine Fülle von Pflanzenabdrücken ausgezeichnet, die zumeist durch vorzügliche Erhaltung hervorragten. Besonders reichlich tritt *Glyptostrobus europaeus* Heer auf, welcher allerdings auch in jüngeren Schichten weit verbreitet

ist, wodurch die von mir seinerzeit⁶⁵⁾ proponierte Bezeichnung „*Glyptostrobus*schichten“ an Eindeutigkeit beeinträchtigt wird. Fast bezeichnender als diese Conifere sind für die in Rede stehenden Schichten *Sphaerien* oder *Pisidien*, welche leider trotz ihrer Individuenmenge der mangelhaften Erhaltung wegen noch nicht sicher bestimmt werden konnten. Es scheint sich nur um eine einzige dünnchalige Art zu handeln, die in der Form und Größe recht gut mit *Sphaerium Ožegovići* Brus. übereinstimmt, aber vielleicht noch etwas mehr aufgebläht und mit stärkeren Anwachsstreifen versehen ist. In den hangenderen Lagen sind stellenweise Dicotyledonen-Blattabdrücke in großer Fülle vorhanden. Ein solcher Fundort in der Nähe des Eisenbahn-Wächterhauses (früher Nr. 55) unterhalb Gnjuše, 3 km SO. von Zenica entfernt, lieferte die folgenden, von H. Engelhardt bestimmten Arten:

- Phragmites oeningensis* Al. Br.
Glyptostrobus europaeus Heer
Myrica hakeaefolia Ung. sp.
Betula Brongniarti Ett.
Alnus Kefersteini Goepp. sp.
Quercus lonchitis Ung.
Quercus myrtilloides Ung.
Castanea atavia Ung.
Ulmus longifolia Ung.
Ficus lanceolata Heer
Cinnamomum Scheuchzeri Heer
Acer trilobatum Stbg. sp.

Am gleichen Fundorte sind auch spärliche Fisch- und Lurchreste entdeckt worden, wodurch die Annahme der fortschreitenden Vertiefung des Wassers im Ablagerungsbecken bestätigt wird.

Nach aufwärts schieben sich in die blaugrauen dünnplattigen Süßwasserkalke, vorerst einzeln, dann reichlicher tonige Zwischenlagen ein, wodurch ein allmählicher Übergang in die nächst höhere Schichtenstufe vermittelt wird. Diese besteht in der Umgebung von Zenica vorzugsweise aus leicht blaugrauen bis schwärzlich grauen, kurzbrüchigen und daher schüttigen Mergeln, die schichtweise sandig

⁶⁵⁾ Katzer, Geolog. Führer durch Bosnien etc., 1903, S. 121.

werden und entweder in sandige Tegel oder in mergelige Sandsteine übergehen. Die erstere, übrigens nicht sehr erhebliche fazielle Änderung findet hauptsächlich in der streichenden Entfaltung der Stufe in der südöstlichen Erstreckung der Ablagerung statt; die letztere überall in der Hangendpartie der Stufe, zumal am Übergange in die weiter aufwärts folgenden Konglomerate. Im engeren Bereiche von Zenica ist die Stufe nur geringmächtig, schwillt jedoch in südöstlicher Richtung rasch an, so daß sie bereits 2 km von Zenica entfernt Mächtigkeiten von mehr als 300 m aufweist. Die Mergel verwittern leicht und ergeben einen schweren lehmigen Boden. An Versteinerungen ist die Stufe im allgemeinen sehr arm, besonders in der unteren Partie, wo nur in einzelnen Lagen Schneckenbrut und *Cypris*-Schalen eingestreut vorkommen; erst in den hangendsten Schichten, bzw. in mergeligen, häufig rötlich gefärbten Einlagerungen an der Basis der psammitischen Hangendstufe, stellen sich Versteinerungen massenhaft ein, darunter insbesondere auch *Congerien* fast ausschließlich der *Triangulares*-Gruppe Andrusovs. Reiche Fundorte im engeren Gebiete von Zenica liegen nahe der Peripherie der Gemeinde Stranjane W. von Podbrežje, unweit der Zrnić- und Čurčići-Gehöfte, sowie im Kočevo-Graben bei Čajdraš. Leider sind die Fossilien in der Regel nicht gut erhalten, so daß verlässliche Bestimmungen selten möglich sind. Das gilt namentlich von den häufig vorkommenden gekielten *Congerien*, die oft nur als klauenartige Bruchstücke der Wirbelpartie erhalten sind. Ich habe diese *Congerien* hauptsächlich wegen des zuweilen sehr scharfen Kieles früher als *Cong. croatica* Brus. angeführt, glaube jetzt jedoch, auf Grund neuerlicher Materialvergleiche, daß sie mit dieser Art nicht identisch sind, aber auch nicht mit anderen sehr nahe verwandten Arten, wie *Cong. triangularis* Partsch s. str., *Cong. Gnezdai* Brus. und *Cong. Zoisii* Brus. Wahrscheinlich liegen zwei neue Arten vor, die sich an *Cong. Zoisii* Brus. anschließen, aber gewissermaßen Übergänge zu *Cong. croatica* und *Gnezdai* vermitteln. Zur Entscheidung dieser Frage muß besser erhaltenes Material abgewartet werden. Ob *Congeria Fuchsi* Pil., die ich auf Grund stark aufgewölbter Jugendformen, welche nur am Wirbel eine Kielandeutung zeigen, seinerzeit namhaft gemacht hatte, in der Mergelstufe tatsächlich vorkommt, ist mir bei neuerlicher Revision der

Stücke äußerst zweifelhaft geworden.⁶⁶⁾ Von den sonstigen, in einzelnen Mergelbänken massenhaft zusammengedrängten Fossilien lassen sich der schlechten Erhaltung wegen nur wenige bestimmen. Die gewöhnlichsten darunter sind:

Melanopsis arcuata Brus.

Melanopsis cf. *Visianiana* Brus.

Melania cf. *Escheri* Mer.

Limnaeus cf. *socialis* Schübl.

Limnocardium sp.

Pflanzenreste, insbesondere in guter Erhaltung, sind verhältnismäßig sehr selten. Am häufigsten kommt vor: *Cinnamomum polymorphum* A. Br., welcher für diese und die äquivalenten Schichten in der ganzen Zenica-Sarajevoer Ablagerung bezeichnend ist, ferner *Glyptostrobus europaeus* Heer und *Phragmites oeningensis* A. Br. Manche, namentlich härtere Schichten sind bandweise erfüllt mit faden- oder stäbchenförmigen Abdrücken, die an Algen erinnern, aber wie die oben erwähnten ähnlichen, wiewohl stärkeren Gebilde, vielleicht auch Kriechspuren sein könnten. (Verg! S. 126.)

Die über der Mergel- und Tegelstufe folgende, aus ihr in der vorhin gedachten Weise sich entwickelnde Konglomeratstufe erreicht im engeren Gebiet von Zenica eine Mächtigkeit von rund 600m, ist jedoch in ihrer weiteren südöstlichen Erstreckung stellenweise doppelt so mächtig. Die Mächtigkeit schwankt übrigens erheblich, u. zw. gewissermaßen im umgekehrten Verhältnis zur Mergel- und Tegelstufe, so zwar, daß, wo diese letztere sehr mächtig ist, die Konglomeratstufe nur bescheiden entwickelt zu sein pflegt oder ganz fehlt, während sie umgekehrt die größten Mächtigkeiten dort aufweist, wo die Mergel auf wenige Schichten beschränkt sind. In diesem Falle pflegen jedoch über den schüttigen Mergeln oder Tegeln nicht gleich Konglomerate zu folgen, sondern Sandsteine, die vielfach von Mergeln

⁶⁶⁾ M. Neumayr (Grundlinien etc. I. c. p. 307) gibt *Cong. Fuchsi* aus den „oberen Schichten von Zenica mit *Fossarulus tricarinatus*“ an. Mir ist aus den Fossarulen führenden Schichten von Zenica bis jetzt zwar noch niemals eine *Congeria* zu Gesichte gekommen, so daß das Zusammenvorkommen der beiden Gattungen in diesen Schichten jedenfalls eine Seltenheit wäre. In anderen oligomiozänen Braunkohlenablagerungen Bosniens finden sich aber zuweilen Fossarulen mit Congerien beisammen.

durchschossen werden. Auch gröbere Konglomerate wechsel-lagern stellenweise mit Mergeln, wie z. B. bei Vražalj S. von Zenica. Die allgemeinen Verhältnisse der hauptsächlich aus Kalkgeröllen bestehenden Konglomerate wurden vom genetischen Standpunkt oben (S. 79, 82) bereits behandelt. Es scheint, daß die zumeist mehr feinkörnigen Konglomeratbänke, die zwar in der Regel ein kalkiges Bindemittel, aber keine Kalk- und Dolomitgerölle, sondern hauptsächlich auffallend wenig abgerollte Phyllit- und Porphyrbrocken zu enthalten pflegen, auf Grundgebirgsaufbrüche innerhalb des Konglomeratkomplexes hinweisen. Der Nachweis, daß es sich so verhält, welchen zu erbringen z. B. durch eine Bohrung bei Tavnik südlich von Stara Zenica versucht werden könnte, wäre vom praktischen Standpunkt ungemein wichtig, weil damit festgestellt werden würde, daß in diesem Gebiete schon 2-5 bis 3 km von den Ausbissen beckeneinwärts entfernt, die kohlenreiche Hauptflözgruppe nicht mehr vorhanden ist. Unbedeutende Kohlenschmitzen kommen zwar in der Hangendpartie der Konglomeratstufe stellenweise, z. B. bei Stara Zenica, bei Jelenak NW. von Lašva, zwischen Visoko und Kiseljak u. a. vor, sind jedoch ohne die geringste bergwirtschaftliche Bedeutung.

Einen Überblick der ganzen, mit der Konglomeratstufe ihren oberen Abschluß findenden mittleren Schichtenzone mit der Hauptflözgruppe bietet das Profil Abb. 24. Diese Schichtenfolge ist in der Umgebung von Zenica partienweise überall leicht zu übersehen, am vollständigsten zwischen Tetovo und Podbrežje und dann in Zenica selbst von der Bosnakehre im Bilinopolje über das Kohlenwerk zum Katunberge; in ihrer Gänze läßt sie sich aber infolge der das Gebiet durchziehenden Störungen nur aus mindestens zwei Profilen kombinieren. Die Störungen sind bei Zenica sehr zahlreich und bestehen hauptsächlich in Verwerfungen und seitlichen Verschiebungen, die dem Bergbaue erhebliche Schwierigkeiten bereiten und mehrfach bedeutende kostspielige Ausrichtungen im Tauben erfordern. Die unbedeutlichen Störungen kommen im geologischen Oberflächenbilde wenig oder gar nicht zum Ausdrucke, nur die bedeutenden Störungen sind am Tage mehr oder weniger deutlich ausgeprägt. Die wichtigsten darunter sind folgende:

Zunächst der oben schon erwähnte, fast ostwestlich streichende Verwurf, welcher das Podbrežje-Revier von

der Zenicaer Altgrube trennt und den man Podbrežje-Hauptverwurf nennen kann. Nördlich von diesem Verwurfe fallen alle Schichten nach Süden, südlich davon jedoch nach Westen ein, so daß sie sich am Verwurfe spitzwinkelig schneiden. In der nördlichen Scholle findet 650 m nördlich vom Hauptverwurfe bei ziemlich parallelem Streichen eine Überschiebung statt, an welcher sowie auch am Hauptverwurfe Partien des Hauptflözes erhalten sind. An der Überschiebung gelangen tiefe Liegendschichten in das Niveau des Hauptflözes, am Hauptverwurfe das Hauptflöz in das Niveau hoher Hangendschichten, wie es das Profil Abb. 27 veranschaulicht. Die Sprunghöhe des Hauptver-

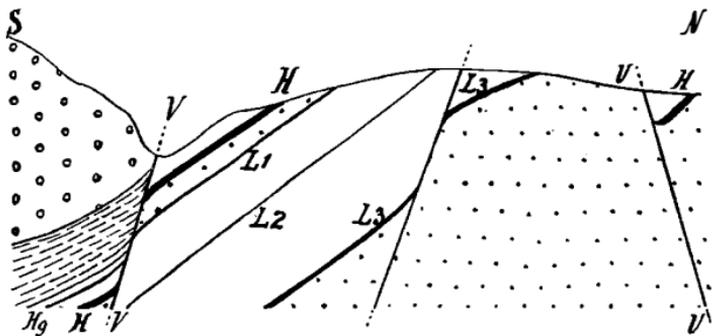


Abb. 27. Profil der Hauptflözgruppe bei Podbrežje.

V—V Podbrežje-Hauptverwurf. V—V Überschiebung.

Punktiert: überwiegend sandige Tegel. Weiß: vorzugsweise Mergel und Süßwasserkalke. Gestrichelt: Schüttige Mergel.

Geringelt: Hangend-Konglomeratstufe.

H = Hauptflöz. L1, L2 und L3 = erstes, zweites und drittes Liegendflöz. Hg = Hangendflöz. In der Mitte des Profils ein Verwurf, welcher das dritte Liegendflöz erheblich stört.

wurfes nimmt von Osten nach Westen zu; in der Altgrube beträgt sie auf dem 12. Laufe rund 170 m und 2 km weiter westlich bei Kozarci dürfte sie, wenn sich keine staffelförmigen Absinkungen einschieben, durch welche sie noch erhöht werden würde, bereits zirka 650 m ausmachen. Zugleich wird das südliche Einfallen des Verwerfers in westlicher Richtung immer steiler (rund 45° in der Altgrube, 75° 1 km weiter westlich).

Beiläufig 200 m südlich vom Podbrežje-Hauptverwurfe zieht ein zweiter ostwestlich streichender, ebenfalls nach Süden einfallender Verwurf durch, der eine Scholle der Hauptflözgruppe begrenzt, welcher gegenüber die südlich

folgende Erstreckung dieser Gruppe nach Westen verschoben und zugleich so abgesunken ist, daß das Hauptflöz beiläufig in das Niveau des 3. Liegendflözes gelangt. Dieser Verwurf wird im Zenicaer Bergreviere als nördlicher Hauptverwurf bezeichnet. In der Scholle der Hauptflözgruppe, die er im Norden begrenzt und auf welcher die Altgrube und zum Teil auch der Neuschacht von Zenica

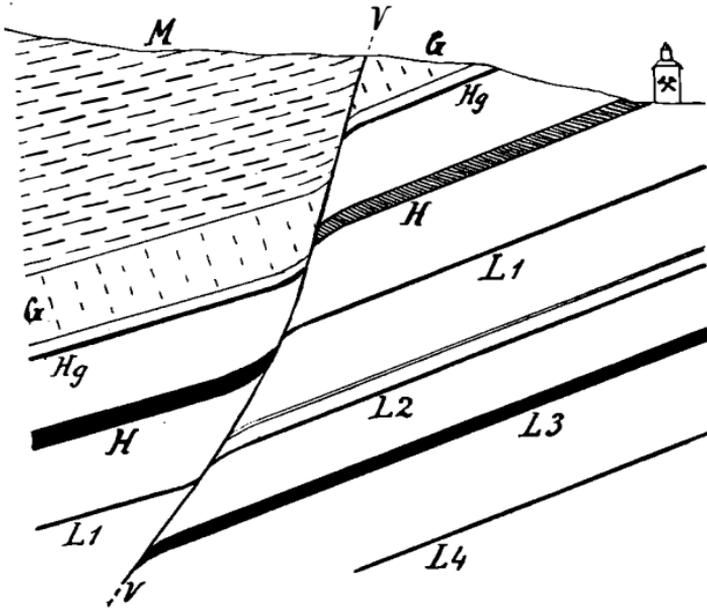


Abb. 28. Lagerungsstörung der Hauptflözgruppe westlich des Kohlenwerkes Zenica.

Der Verwurf $V-V$ wird für den nach Nordwesten abgeschwenkten, sonst fast ostwestlich streichenden *südlichen Hauptverwurf* gehalten.

H = Hauptflöz, vom Ausbiß beim Kohlenwerke bis zum Verwurf bereits abgebaut. $L1$ bis $L4$ = erstes, zweites, drittes und viertes Liegendflöz. Hg = Hangendflöz. G = Glyptostrobus-Schichten. M = Schüttige Mergel.

Das Einfallen der Schichten ist unter durchschnittlich 22° nach Westen (17° h) gerichtet.

bauen, ist das Schichtenstreichen südöstlich, das Einfallen bei durchschnittlich 22° Neigung südwestlich. Dieser Scholle, welche ein streichendes Anhalten von rund 1200 m hat, gehören die drei Liegendflöze an, welche im Bilinopolje in der Bosna östlich vom Kohlenwerke ausbeissen und welche dem dritten, vierten und fünften Liegendflöze des Tetovo-profiles entsprechen. Vom zweiten Liegendflöze ist nichts

zu sehen. Die südliche Begrenzung der Scholle wird durch einen großen diagonalen Verwurf bewirkt, den sogenannten südlichen Hauptverwurf (vgl. Abb. 28), an welchem mit der südlich an ihn angrenzenden Scholle die Hauptflözgruppe um beiläufig 700 m nach Osten verschoben ist. Dieser südliche Hauptverwurf scheint einen bogenförmigen Verlauf zu besitzen, da er im Bereiche der Altgrube nach Südosten streicht, jedoch in der Nähe des Bahnhofes mehr nach Osten auf das Dorf Kamberovići zu umschwenkt. In der Scholle, deren nördliche Grenze er bildet und welcher die Kohlenausbisse in der Bosna östlich der Mündung des Kočevo-Baches und am rechten Ufer an der Südperipherie von Kamberovići angehören, ist das Flözstreichen nach St. 23, das Verfläichen unter 14° i. M. nach Westen gerichtet. Leider ziehen die Flöze unter der ganzen Stadt hindurch und kommen daher erst mehr als 1 km vom Ausbisse entfernt für den eventuellen Abbau in Betracht, wo sie aber bereits mindestens 300 m unter Tag liegen. Die Scholle scheint übrigens keilförmig und von geringer Ausdehnung zu sein, demnach kein bedeutendes Kohlenvermögen zu enthalten, welches indessen für die Alimentierung der neuen Schachanlage von Wichtigkeit ist. (Vgl. Abb. 29.) Der Verwurf, welcher sie im Süden begrenzt und den man als Kočevo-Verwurf bezeichnen kann, ist abermals mit einer Seitenverschiebung nach Osten verbunden. Er dürfte ostnordöstlich streichen, was sich jedoch am Tage wegen der Quartärbedeckung nicht sicher feststellen läßt.

Östlich und südlich von diesem Kočevo-Verwurfe ist die Ablagerung der Hauptflözgruppe etwas weniger gestört, bzw. sind bei den vorhandenen Verwürfen die Sprunghöhen geringer, so daß sich die Flözausbisse von Bilimišće und Radakovo bei Zenica bis gegen Janjići etwa 5 km weit mehr im Zusammenhange verfolgen lassen; allerdings überwiegen die Ausbisse des Haupt- und teilweise auch des Hangendflözes, wohingegen sicheridentifizierbare Ausbisse der einzelnen Liegendflözenur mit weiten Unterbrechungen beobachtet werden können. Völlig klar ist die Entwicklung und Lagerung der Flöze bloß in der Bosnarinne und in den südlichen steilen Uferlehnen, während im jenseitigen flachwelligen, vielfach verrutschten und verwaschenen Gelände ohne künstliche Aufschlüsse ein verlässlicher Einblick in die Verhältnisse nicht gewonnen werden kann.

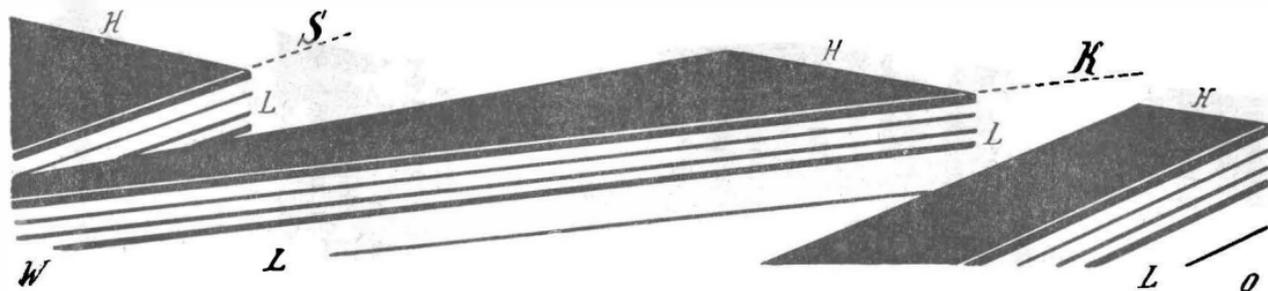


Abb. 29. Schematische perspektivische Darstellung der Kočevo-Verschiebung bei Zenica.

S = Südlicher Hauptverwurf. K = Kočevo-Verwurf.

Alle Deckenschichten des Hauptflözes H sind abgehoben, so daß dieses als treiliegende Platte erscheint. Die Liegendflöze L sind nicht bis zu ihrem eigenen Ausbiß, sondern nur bis vertikal unter den Ausbiß des Hauptflözes geführt. In der rückwärtigen Scholle am Westende des Profils (links) befinden sich die dermaligen Grubenbaue von Zenica. Es ist klar, daß das flach einfallende Hauptflöz der Kočevo-Scholle mit dem stärker geneigten Hauptflöze des jetzigen Zenicaer Grubenrevieres in einer gewissen Tiefe scharen muß, erheblich früher aber schon mit den dortigen Liegendflözen. Hingegen erscheint die Kočevo-Scholle von der dem Kočevo-Verwurfe südlich vorgelagerten Flözpartie fast vollkommen abgetrennt.

Ein lehrreiches Beispiel dafür bietet die Ablagerungspartie gleich östlich von Zenica zwischen der Babinska rijeka und Klopče, wo sowohl im Taleinschnitte des genannten Baches als auch im ansteigenden Terrain, besonders im Riede Strane, zahlreiche Flözausbisse vorhanden sind, zwischen welchen verschiedene Störungen durchziehen müssen. Es wechseln offenbar Sprünge mit Überschiebungen und Seitenverschiebungen sowie oberflächlichen Abrutschungen gegen die Bosna zu miteinander ab, wodurch der bunte Gesteinswechsel in diesem Gebiete verursacht ist. Eine Entwirrung der komplizierten Lagerungsverhältnisse ist jedoch wegen der Bedeckung des Terrains mit Fluren und Buschwald ohne ausreichende zweckentsprechende Einbaue ganz unmöglich. Da dieses Gebiet im ungefähren Ausmaße von 2 km^2 trotz seiner Zerstückelung durch die Verwerfungen zweifellos kohlenreich ist, dürften sich künstliche Aufschlüsse vielleicht auch in bergwirtschaftlicher Hinsicht lohnen.

Auch südlich von Klopče im Lukopolje an der Bosna, in der Nähe des vorhin erwähnten Bahnwächterhauses (55) bei Gnjuše, zieht eine Störung durch, an welcher anscheinend der ganze westlich angrenzende Ablagerungsteil nach Süden verschoben ist, worüber aber ebenfalls ohne entsprechende Einbaue völlige Klarheit nicht zu erlangen ist.

Alle diese großen Störungen werden von zahlreichen kleinen Verwürfen, Schlechten sowie Pressungs- und Gleitungserscheinungen begleitet, welche zunächst zwar den Grad der allgemeinen Inkohlung steigern, aber auch stellenweise das Ausbringen von Stückkohle beeinträchtigende Drucklassigkeit und Kleinklüftigkeit sowie lokal augenartige oder faserige Pressungserscheinungen an der Kohle bewirken.

Die Entwicklung und innere Gliederung der einzelnen Kohlenflöze ist im engeren Gebiete von Zenica, wie übrigens in der ganzen Ablagerung außerordentlich wechselnd, so daß ein Flözprofil kaum irgendwo auf mehr als 50 m gleich bleibt, sondern sich meist schon in viel kürzeren Distanzen mehr oder weniger beträchtlich verändert, indem einzelne Kohlenbänke anschwellen, andere sich verdrücken, Zwischenmittel auskeilen oder neue sich einschieben usw. Deshalb können auch Flözprofile allein ohne Berücksichtigung des weiteren Schichtenverbandes nicht zur Flözidentifikation verwendet werden; sie geben jedoch guten Aufschluß über das für die montanistische Bewertung der

Kohlenführung so wichtige Verhältnis zwischen Kohle und Taubem. In diesem Belange ist aus den Flözprofilen Abb. 30 und 31 ohne weiteres zu ersehen, wie notwendig bei der Menge von meist mit der Kohle fest verwachsenen Zwischenmitteln eine sorgfältige Aufbereitung ist. Die beiden Profile des Hauptflözes zeigen eine gewisse Übereinstimmung nur in der Hangendpartie, sonst sind sie ganz verschieden. Ähnliches ergibt sich beim dritten Liegendflöze, auf welchem gegenwärtig im Podbrežje-Revier hauptsächlich der Bergbau umgeht, da die dortige Hauptflözpartie demnächst zur Gänze ausgebaut sein wird. Die Mächtigkeit dieses III. Liegendflözes im I. Podbrežje-Stollen (Abb. 32) betrug 8.29 *m*; im Bereiche der Altgrube ist sie erheblich geringer. Bei einer im Jahre 1908 in der Nähe des Eisenwerkes abgestoßenen Aufschlußbohrung wurde sie mit 5.49 *m* und bei einer im Jahre 1913 oberhalb des Kohlenwerkes an der Straße nach Vranduk ausgeführten Bohrung mit 6.84 *m* durchstoßen, was bei 22° Neigung wahren Mächtigkeiten von 5.1, bzw. 6.4 *m* entspricht. Die Flözprofile dieser beiden Bohrungen zeigen untereinander ziemliche Ähnlichkeit, vom Profile im I. Podbrežje-Stollen sind sie jedoch völlig verschieden.

Ebenso lassen die durch Einbaue ermittelten Profile des zweiten Liegendflözes, auch wenn man der unvermeidlichen Ungenauigkeit der Bohrlochprofile vollauf Rechnung trägt, deutlich erkennen, daß die Beschaffenheit dieses Flözes schon auf kurze Distanzen besonders auffallende Änderungen erfährt. Von den in Abb. 33 wiedergegebenen Profilen liegen *a*, *b* und *c* ungefähr im Schichtenstreichen, u. zw. die beiden letzten nahe beieinander, das erste zirka 500 *m* von ihnen entfernt; das vierte Profil *d* liegt im Einfallen in etwas über 200 *m* flacher Entfernung von den ersteren. Man sieht, daß die so wenig weit voneinander gelegenen Profile weder in bezug auf Anzahl, Verteilung und Mächtigkeit der Kohlenbänke noch auch der Zwischenmittel irgendeine Übereinstimmung zeigen.

Als charakteristisch für das zweite Liegendflöz und gewissermaßen als seine Leitschicht wird (laut gefälliger Mitteilung der Herren Bergdirektor Karlon und Bergkommissär Bohuslav) eine eigentümliche Kohlenschieferbank angesehen, die sich im Hangenden des Flözes in einem Abstände von 5 bis 10 *m* angeblich stets vorfindet (vgl. die Profile

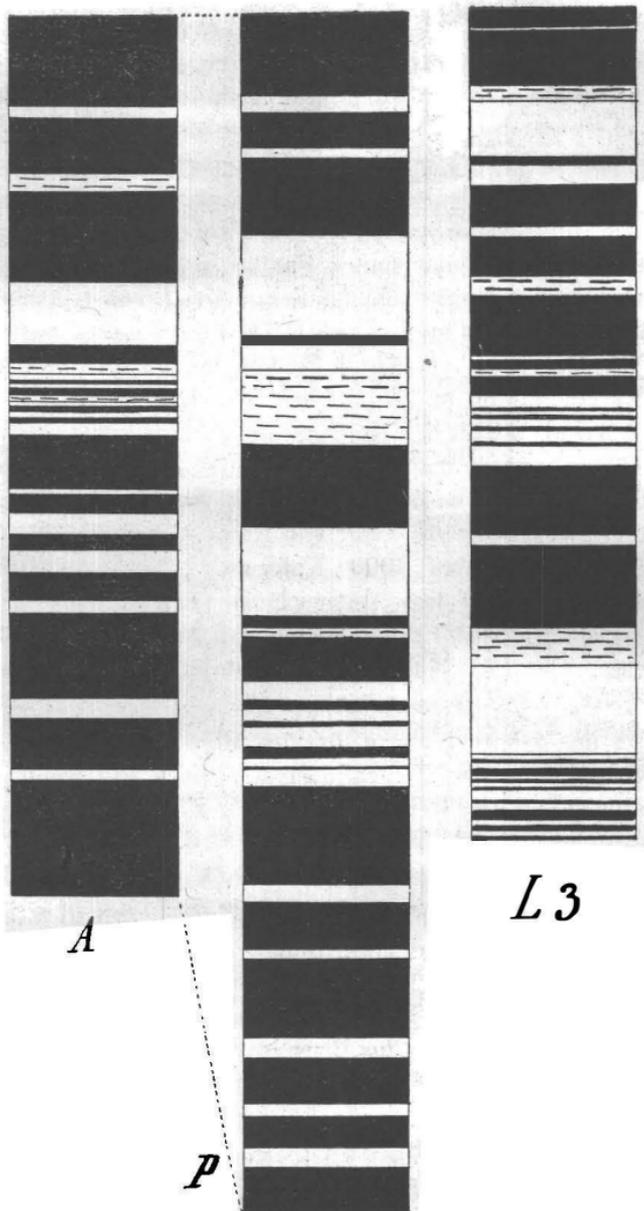


Abb. 30—32. Flözprofile aus den Zenicaer Gruben.
 Abb. 30 und 31 = Profile des *Hauptflözes* in der Altgrube (A) und im 6. Stollen im Podbrežje-Revier (P). Die Gesamtmächtigkeit von A beträgt 9·68 m, von P jedoch 15·42 m.
 Abb. 32 = L3: Profil des 8·29 m mächtigen *dritten Liegendflözes* im I. Podbrežje-Stollen.
 In allen drei Profilen: *Schwarz* = reine oder überwiegend reine Kohle; *gestrichelt* = eingesprengte Kohlenschnitzchen und Kohlschiefer; *weiss* = taube Mittel, zumeist Mergel.

a, b und c). Ihre Mächtigkeit ist bisher zwischen 1.5 und 3.4 m wechselnd befunden worden und auch ihre Beschaffenheit ist recht veränderlich. Proben aus den reinsten Partien der Bank haben das Aussehen von schieferiger Streifenkohle, deren matte Grundsubstanz von zahllosen papierdünnen bis einige Millimeter starken Schmitzchen von Glanzkohle durchzogen wird. In minder reinen Partien zeigen sich im mattbraunschwarzen Kohlenschiefer Schmitzchen von Glanzkohle spärlicher, hingegen stellen sich öfters dünne Lagen von zerpreßten Muschelschalen und bis einige Zentimeter starke Bänder von kohligem Schiefertonein. Die erstere kohlen-durchsprangte Abart des Kohlenschiefers hat fast schwarzen, die letztere braunen matten Strich. Nur die erstere entzündet sich und brennt kurze Zeit mit schwach leuchtender Flamme unter Hinterlassung von sehr viel Asche. Immerhin beträgt der Wärmeeffekt bis 3000 Kalorien. Der Entgasungsrückstand auch der dem Augenscheine nach hochwertigsten Proben ist sandig und infolge des hohen Aschengehaltes sehr reichlich. Der fixe Kohlenstoff bleibt jedoch in der Regel unter 30%.

Da das zweite Liegendflöz von allen Kohlenflözen des Bergbaugesbietes von Zenica dermalen noch am wenigsten bekannt ist, sei zur Kennzeichnung der Flözausbildung sein Profil, welches durch den Wetterschacht der neuen Schachtanlage erschlossen wurde, etwas näher erläutert. (Abb. 34.)

Das Liegende des Flözes bilden hellgraue, trotzdem aber ziemlich bituminöse, dichte, tonige Süßwassermergel, die lagenweise voll Muschelschalengeräthsel und *Planorbis*-Brut sind, wozu sich auch einzelne *Fossarula* gesellen, die möglicherweise zu *Fossar. pullus* Brus. gehören, aber wegen ihrer mangelhaften Erhaltung nicht sicher bestimmt werden können.

Darüber liegt eine 60cm starke Kohlenbank, über welcher eine 80 cm mächtige Schicht von grauem, ziemlich hartem und splitterigem, uneben brechendem, mergeligem Süßwasserkalk folgt, welcher von zarten Röhren durchzogen wird und bisher keine deutbaren Fossilien geliefert hat.

Es folgt dann eine 45 cm starke Bank schöner, schwarzer Glanzkohle von flach muscheligen Bruch und zuweilen auf Druckklassen mit augenartigen Ringen; darüber eine 100 cm mächtige Bank von gelbgrauem, bituminösem, durch kohlige

Substanz gebändertem, von einzelnen dünnen, massenhaft zerpreßte *Fossarulen* einschließenden Kohlschmitzchen durchzogenem Mergel, worüber eine 85 cm messende Bank von dunkel blaugrauem, etwas sandigem, ziemlich hartem, unregelmäßig splitterig brechendem Mergel liegt, der nesterweise viel verkohlte Pflanzenspreu, aber nur spärliche



Abb. 33. Vier durch Bohrungen ermittelte Profile des zweiten Liegendflüzes von Zenica. 1 : 2.500.

Schwarz = mehr oder weniger reine Kohle. *Gebändert* = Kohlschiefer. *Gestrichelt* = Mergel mit Kohlschmitzen. *Weiss* = Mergel.

zerpreßte tierische Fossilien, hauptsächlich unbestimmbare kleine Zweischaler und *Fossarulen*, einschließt.

Darüber folgt eine 90 cm mächtige Bank prächtiger Glanzkohle von schwarzer Farbe, muscheligen Bruch und

äußerst lebhaftem Glanz, die bedeckt wird von einer höchstens 35 cm starken, im Einfallen schwächer werdenden Schicht von graugelbem, durch Kohlenschmitzchen gebändertem Mergel, welcher lagenweise, u. zw. hauptsächlich in den Kohlenschmitzchen, eine Menge großer zerpreßter *Limnaea* sowie nebst einigen anderen Schnecken hauptsächlich *Fossarulus* cf. *Bulici* Brus. enthält. Durch die angehäuften Muschelschalen erscheinen Spaltflächen dieses mergeligen Zwischenmittels weiß gefleckt. Weiter aufwärts folgt abermals eine Kohlenbank von 60 cm Stärke mit ebenfalls sehr schöner Glanzkohle, die jedoch partienweise bei etwas lichter brauner Farbe ins Pechkohlenartige neigt; über dieser ein 16 cm starkes Mittel von graugelbem, mergeligem Süßwasserkalk voll kleiner, meist zerpreßter Schnecken nebst spärlichen *Limnaea*; und darüber eine 50 cm mächtige Glanzkohlenbank, die von einzelnen Blättern mit zerdrückten *Limnaea* durchzogen wird.

Über dieser Kohlenbank liegt ein 30 cm starkes Mittel von licht gelbgrauem, durch bituminöse und kohlige Lagen gebändertem, hartem, muschelartig brechendem Mergel, der lagenweise viel unbestimmbare *Planorbis* und *Fossarula* enthält, deren zerpreßte Schalen häufig verkiest sind, worauf dann die hangendste Kohlenbank des Flözprofils folgt, welche 60 cm mächtig ist und eine Glanzkohle führt, die schöne Streifenstruktur zeigt, bewirkt dadurch, daß in der etwas weniger glänzenden braunschwarzen Hauptmasse der Kohle der Schichtung entsprechende dünne Bänder und flache Linsen von schwarzer, hochglänzender Kohle eingeschaltet sind. Dadurch erhält diese Kohle eine gewisse Ähnlichkeit mit dem oben besprochenen Streifenkohlen-schiefer des Flözhangenden.

Das unmittelbare Hangende der Streifenkohlenbank und zugleich die Decke des Flözes wird von hell gelbgrauen, partienweise gebänderten, petrographisch dem Mergelmittel im Liegenden der Hangendkohlenbank gleichenden, jedoch partienweise von nadeldünnen kohligen Röhren durchschwärmten Mergeln gebildet, die besonders in der Liegendpartie von Kohlenschmitzchen durchzogen werden. An diesen pflegen zahlreiche zerpreßte *Limnaea* zu haften, die bis 5 cm Länge erreichen und einigermaßen an *Limnaeus Klaiici* Brus. erinnern. Unter den wenigen, mit ihnen zusammen vorkommenden Schnecken ist *Fossarulus* cf. *tricarinatus* Brus. am

häufigsten, besonders reichlich tritt er indessen nesterweise im Mergel selbst auf, in welchem aber eine besonders auffallende Erscheinung große *Unionen* mit dicken verkalkten Schalen sind.

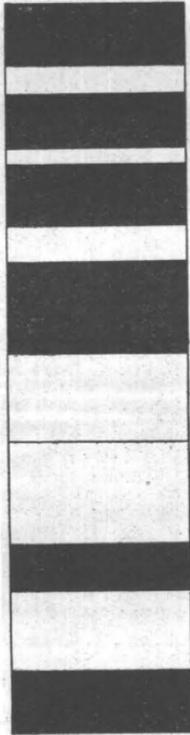


Abb. 34. Profil des zweiten Liegendflözes im Wetterschacht der neuen Schachanlage in Zenica.

Das 6 Kohlenbänke zählende Flöz gliedert sich in zwei Partien, deren untere unbauwürdig ist. Weitere Erläuterung im Texte.

Das vollständige Profil des zweiten Liegendflözes im Wetterschachte des Neuschachtes in Zenica weist somit bei einer Gesamtmächtigkeit von 711 cm sechs Kohlenbänke auf, die zusammen 365 cm Mächtigkeit besitzen, so daß das Flöz rund zur Hälfte vertauht ist. Die Verteilung der tauben Zwischenmittel ist jedoch derartig, daß das Flöz dadurch in zwei Abteilungen gegliedert ist, deren untere bloß zwei, 60 und 45 cm starke, durch ein 80 cm mächtiges taubes Mittel voneinander getrennte, die obere aber vier, 90, 60, 50 und 60 cm starke Kohlenbänke, zwischen welche sich drei relativ unbedeutende Zwischenmittel einschieben, umfaßt. (Vgl. Abb. 34.) Beide Abteilungen werden durch eine 185 cm mächtige Mergel-einschaltung voneinander geschieden. Nur die obere, in welcher von 341 cm Gesamtmächtigkeit 260 cm auf die Kohle entfallen, welches Verhältnis sich dadurch noch günstiger gestalten kann, daß das Mittel zwischen den beiden unteren Kohlenbänken sich verdrückt, ist bauwürdig, die untere unbauwürdig.

Die Braunkohle aller Flöze der Hauptflözgruppe von Zenica ist eine zumeist relativ hochwertige Glanzkohle, die nur zuweilen pechkohlenartiges Aussehen annimmt. Bei überwiegend schwarzer, seltener braunschwarzer Farbe besitzt sie dunkelbraunen Strich, färbt kalte Kalilauge rasch braun und zeigt auch sonst das Verhalten normaler Braunkohlen. Sie ist nicht backend, sondern ergibt lediglich einen zuweilen schwach gesinterten Verkokungsrückstand. Die Unterschiede in der Zusammensetzung und im Heizwerte sind weder bei den Kohlen der verschiedenen Flöze noch auch

der einzelnen Bänke desselben Flözes beträchtlich. Im allgemeinen ist die Durchschnittsqualität der Kohle des Hauptflözes etwas besser als jene der tieferen Liegendflöze, während hinsichtlich des zweiten Liegendflözes kein nennenswerter Unterschied zu bestehen scheint.

Die folgenden Elementaranalysen geben näheren Aufschluß über die Zusammensetzung der Kohlen von den einzelnen Bauflözen des Zenicaer Grubenbereiches.

Die Kohle des Hangendflözes von Zenica, welches zurzeit nirgends mehr im Abbau steht, hat die folgende Zusammensetzung:

Kohlenstoff	54·34 %
Wasserstoff	4·03 „
Sauerstoff, Stickstoff	17·07 „
Gesamtschwefel	2·84 „
Verbrennlicher Schwefel	0·50 „
Hygroskop. Wasser	13·42 „
Asche	8·80 „
Entgasungsrückstand	41·20 „
Heizwert kalorimetrisch bestimmt	4721 Kal.
Heizwert nach Berthier	4210 „

Elementaranalysen der Kohle des Hauptflözes von Zenica sind in der Tabelle auf Seite 143 zusammengestellt.

Von der Kohle des zweiten Liegendflözes liegen dermalen nur technische Analysen vor, die für die einzelnen Bänke der baufähigen Hangendabteilung des Flözes die folgenden Werte ergeben haben:

Wasser	16·37%	17·17%	15·91%	16·28%
Gesamtschwefel..	4·51 „	3·41 „	4·05 „	3·23 „
Verbrennlicher				
Schwefel.....	3·18 „	2·48 „	2·37 „	2·29 „
Asche	10·38 „	6·88 „	13·40 „	7·15 „
Entgasungsrück-				
stand	47·58 „	47·52 „	50·30 „	48·70 „
Heizwert	4781 Kal.	4948 Kal.	4679 Kal.	5179 Kal.

Von den folgenden Elementaranalysen von Kohlen aus dem dritten Liegendflöze beziehen sich *a* und *b*

Elementaranalysen der Braunkohle des Hauptflözes von Zenica.

Entnahmestelle und Sorte der Kohlenprobe	Zusammensetzung in Prozenten								Heizwert in Kalorien	
	Kohlen- stoff	Wasser- stoff	Sauer- stoff, Stick- stoff u. a.	Gesamt- schwe- fel	Ver- brenn- licher Schwe- fel	Hygro- skop- Was- ser	Asche	Entga- sungs- rück- stand	Kalori- metr. oder be- rechnet	Nach Berthier
Stückkohle, entnommen 50 m vom Ausbisse	49·80	3·70	17·91	4·53	1·14	16·95	11·50	?	4284	3978
Durchschnittsprobe aus dem Tiefbaugesenke	53·45	3·64	18·39	2·69	0·70	13·69	10·13	38·87	4528	4393
Grießkohle vom 22. Laufe	46·02	4·28	12·55	4·38	2·76	19·98	14·41	?	4416	—
Mittelkohle ebendaher	48·90	4·78	13·48	3·51	2·77	18·56	11·51	?	4769	—
Stückkohle ebendaher	50·42	5·33	15·48	2·69	2·08	18·37	8·32	?	4950	—
Probe aus der Liegendpartie des Hauptflözes auf dem 7. Laufe	54·61	4·21	16·96	3·45	3·07	11·60	9·55	39·50	4785	4543
Probe ebendaher aus der Hangendpartie	57·48	4·46	17·23	3·09	2·48	11·80	6·55	40·00	5119	4664
Stückkohle vom 18. Laufe	55·12	5·08	15·75	4·98	4·25	9·20	10·60	?	5186	—
Hauptflöz in Podbrežje	50·78	4·03	19·12	1·80	0·87	18·35	6·85	?	4471	—

auf Proben aus der Altgrube von Zenica, *c* auf die Kohle aus dem Podbrežje-Revier:

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
Kohlenstoff	45·00 %	45·16 %	51·34 %
Wasserstoff	3·59 „	3·60 „	2·56 „
Sauerstoff, Stickstoff u. a.	14·42 „	13·81 „	16·37 „
Gesamtschwefel	4·53 „	5·65 „	4·32 „
Verbrennlicher Schwefel..	3·49 „	4·63 „	3·39 „
Hygroskop. Wasser.....	17·55 „	16·90 „	14·22 „
Asche	13·95 „	15·90 „	12·32 „
Heizwert (berechnet)....	4025 Kal.	4.207 Kal.	3.960 Kal.
Heizwert nach Berthier ..	3.772 „	3.358 „	4.022 „

Die Kohle vom Ausbisse des oben gedachten fraglichen zweiten, nach der bisherigen Deutung aber ebenfalls dritten Liegendflözes im Bosnacknie nördlich von Putovići, bzw. östlich von Drivuša hat die folgende Zusammensetzung:

Kohlenstoff	54·89 %
Wasserstoff	4·41 „
Sauerstoff, Stickstoff u. a. ...	12·07 „
Verbrennlicher Schwefel	5·73 „
Hygroskop. Wasser	6·30 „
Asche	16·60 „
Heizwert (berechnet).....	5.023 Kal.

Es ist bemerkenswert, daß in der relativ beträchtlichen Aschenmenge angeblich keine Sulfate nachweisbar sind, sondern aller Schwefel der Kohle verbrennlich sei.

Die Asche der Kohlen aus allen Flözen von Zenica ist kieselsäurearm und schlackt im allgemeinen nicht so leicht wie die Asche der Kohle aus anderen Partien der Ablagerung; indessen gibt es auch hier einzelne Mittel, die zur Schlackenbildung neigen, wie anscheinend namentlich die Schiefertoneinschlaltungen im dritten Liegendflöze. Es ist von Interesse, daß die mit dem Abgangswasser von der Aufbereitung unterhalb Zenica in die Bosna gelangende Schlammkohle vom Flusse weit talabwärts verfrachtet und auf flachen Uferstellen oder am unteren Saume von Sandbänken abgesetzt wird. Dieser Kohlenschlick ist in der Regel ungewöhnlich rein. Eine Probe, entnommen zwischen Vranduk und Nemila in der Nähe des Straßenkilometers 102·5, enthielt nur 5·24% Asche und hatte einen Heizwert (nach Berthier) von 5.167 Kalorien.

Würde sich solcher Kohlenschmant durch irgendeine selbsttätige Vorrichtung in ausreichender Menge ansammeln lassen, so könnte er in vorteilhafter Weise zu Brikettierungszwecken verwertet werden.

Die in der Kohle von Zenica eingeschlossenen und beim Abbau zum Teile frei werdenden Gase sind von verschiedener Zusammensetzung und scheinen Gemenge teils mit überwiegendem Methan, teils wohl auch mit vorherrschendem Stickstoff darzustellen. Explosionen schlagender Wetter sind in den tieferen Grubenräumen in den letzten Jahren mehrfach vorgekommen.

Schließlich sei noch verzeichnet, daß im Jahre 1904 über Anregung H. v. Hoefers⁹⁷⁾ in der Zenicaer Altgrube am 18. Laufe im Hauptflöze und im Hangendflöze vom Bergverwalter O. Weselsky Temperaturmessungen vorgenommen wurden, welche ergaben, daß nur unmittelbar nach dem Abstoßen der Thermometer-Bohrlöcher eine 0·3 bis höchstens 1·2° C betragende Differenz zwischen der Flözwärme und der Lufttemperatur wahrnehmbar war, daß sich der Unterschied aber schon in 4 bis 6 Tagen völlig ausglich und die Temperatur hernach sowohl im Flöze als auch in den Grubenräumen mit 14·4° C konstant blieb.

Im südöstlichen Fortstreichen der mittleren Schichtenzone in der Richtung von Zenica gegen Sarajevo läßt sich die Hauptflözgruppe als Ganzes genommen zwar dank den zahlreichen Ausbissen namentlich im Bosnatale leicht verfolgen, allein sowohl die einzelnen Schichtenstufen, als auch die Kohlenführung weisen gegenüber der Entwicklung im engeren Gebiete von Zenica Änderungen auf, deren richtige Deutung bis zu einem gewissen Grade nur dadurch ermöglicht wird, daß sich das Hauptflöz durch die Beständigkeit seiner Begleitschichten als wahres Leitflöz bewährt. Die Veränderungen, welche die ganze Schichtenzone in der streichenden Fortsetzung südöstlich von Zenica erfährt, beruhen, wie oben bereits dargelegt wurde, wesentlich in der raschen Reduktion der produktiven kalkigen Liegendstufen und im mächtigen Anschwellen bei gleichzeitiger Versandung der mergeligen Hangendstufe, während die Änderungen in der

⁹⁷⁾ Vgl. H. Hofer: Die Wärmeverhältnisse im Kohlenführenden Gebirge. Öst. Zeitsch. f. Berg- u. Hüttenwesen, 1901; Geothermische Beobachtungen in Kohlenbergwerken. Ebendort, 1902. Transact. Instit. Minir.g. I. g., 1904.

Flözgruppe durch das Zusammenschrumpfen und Auskeilen der Liegendflöze und des Hangendflözes bei gleichzeitiger, mehr oder weniger beträchtlicher Komprimierung des Hauptflözes bewirkt werden. (Vgl. Abb. 35). Die Reduzierung der Flözmächtigkeit pflegt mit größerer Reinheit der Kohlenführung verbunden zu sein, während bei zunehmender Flözmächtigkeit sich die Vertaubung vielfach bis zur Abbaunfähigkeit steigert.

So nimmt das im Grubenreviere von Zenica 9 bis 10 m mächtige Hauptflöz ostwärts gegen Vrača zunächst an Mächtigkeit um 2 bis 4 m zu, zeigt sich jedoch von tauben Zwischenmitteln derart durchschossen, daß nur die Hangendpartie stellenweise mit 2 bis 3 m abbaufähig bleibt. Jenseits Vrača unterhalb Janjići bei Drivuša, wo die Bosna aus der nördlichen Richtung nach Westen umbiegt, nimmt die Vertaubung einen besonders hohen Grad an; östlich der Bosna in der Ausbuchtung von Mošćanica und in der Erstreckung entlang des Grundgebirgsrückens des Veliko brdo tritt zwar lokal hinsichtlich der Abbaufähigkeit eine Besserung ein, z. B. bei Mihoći, allein sie hält nicht an und besonders in der sich wegen der stellenweise 15 m überschreitenden Mächtigkeit scheinbar aussichtsreich gestaltenden Erstreckung von der Überquerung der Bosna nördlich von Modrinje bis zur Rückübersetzung auf das nördliche Ufer bei Kakanj hat sich das Hauptflöz bei vorgenommenen Schürfungen nirgends als abbaufähig erwiesen. Sehr lehrreich ist diesbetreffend das von Oberberggrat F. Richter aufgenommene Profil in der Nähe des Steinbruches im Gehänge südlich der Eisenbahn bei Modrinje, welches zugleich die Entwicklung der Liegendflöze zeigt, die sich unterbrechungsweise überhaupt nur bis hierher verfolgen lassen und jenseits nördlich der Bosna in der Ausbuchtung von Kakanj-Zgošća nicht mehr vorhanden, bzw. mit dem reduzierten Hauptflöz in Form von Liegendbänken und Schmitzen untrennbar vereinigt sind. (Vergl. Abb. 35.)

In den Aufschlüssen bei Modrinje fallen alle Schichten regelmäßig unter 20° nach 14 St. ein und ergeben nach Oberberggrat Richter vom Hangenden zum Liegenden das folgende Profil:

Hangend: Süßwasserkalke von der generellen Beschaffenheit wie auch sonst im Hangenden des Hauptflözes.

- a) **Hauptflöz**, rund 15 m mächtig, mit folgender Gliederung:
- | | |
|---|---------------|
| Kohle | 0·30 m |
| Kohlenschiefer | 0·60 „ |
| Kohle | 0·40 „ |
| Kohlenschiefer, durchschossen von Mergel,
Schiefer-ton und Kohlenschmitzen | zirka 13·70 „ |
- b) Liegendschichten des Hauptflözes:
grüngraue sandige Tegel, durchsetzt von Schiefer-
ton- und Sandsteinbänken..... zirka 45·00 „
- c) **Erstes Liegendflöz**, stark ver-taubt, mit kaum
40 cm Kohle 1·50 „ |

d) Bankige Mergel und Süßwasserkalke 5·50 „ |

e) **Zweites Liegendflöz** 0·25 „ |

f) Mergel..... 4·00 „ |

g) **Drittes Liegendflöz**, 4·48 m mächtig, mit
folgender Gliederung:

Kohle	0·28 m
Kohlenschiefer	0·12 „
Mergel mit Kohlenschmitzen.....	0·32 „
Dunkler bituminöser Mergel	0·30 „
Kohle	0·10 „
Schiefer	0·05 „
Kohle	0·20 „
Bituminöser brauner Schiefer	0·22 „
Kohle	0·90 „
Grauer Mergel	0·25 „
Graugrüner sandiger Tegel und Schiefer-ton ...	0·32 „
Kohle, matt	0·30 „
Schiefer-ton und Kohlenschiefer	0·40 „
Kohle	0·30 „
Kohlenschiefer	0·20 „
Kohle	0·22 „

h) Graugrüner sandiger Tegel, Schiefer-ton und Sandstein
von ähnlicher Beschaffenheit wie sonst im Liegenden
des dritten Liegendflözes.

Keines von den in diesem Profile vertretenen Flözen der Hauptflözgruppe von Zenica ist abbaufähig. Das dritte Liegendflöz weist zwar in der Liegendpartie 4 Kohlenbänke mit zusammen 172 cm Mächtigkeit auf, allein die tauben Zwischenmittel betragen 117 cm und die Kohle ist teilweise von minderer Qualität. Die übrigen Flöze kommen teils wegen ihrer Geringfügigkeit, teils wegen ihrer argen Ver-

taubung für den Abbau gar nicht in Betracht. Es ist bemerkenswert an dem Profile, sofern die Parallelisierung der Flöze, namentlich des 25 *cm* starken Schmitzes als zweites Liegendflöz zutrifft, daß die Mächtigkeit der ganzen Liegendflözgruppe vom ersten Liegendflöze bis zur Sohle des dritten Liegendflözes hier bei Modrinje nur 15·73 *m* ausmacht, d. i. ungefähr ein Sechstel der Mächtigkeit bei Zenica, während die Distanz zwischen dem ersten Liegendflöze und dem Hauptflöze und die Mächtigkeit dieses letzteren unverändert, bzw. noch größer als bei Zenica ist. Es geht daraus hervor, daß es wesentlich die Verdrückung der unteren Partie mit den Liegendflözen ist, wodurch die starke Reduktion der Gesamtmächtigkeit der Hauptflözgruppe südöstlich von Zenica bewirkt wird. Ein weiterer Beleg dafür beruht darin, daß in die Bucht von Kakanj mit dem Hauptflöze zwar ein Repräsentant des Hangendflözes fortstreicht, hingegen die Begleitschichten der Liegendflöze der Hauptflözgruppe von Zenica dahin nicht erkennbar fortsetzen, sondern die veränderten Liegendschichten des Hauptflözes fast unmittelbar über der Liegendschichtenzone folgen. (Vgl. Abb. 35.)

Das Hauptflöz besitzt in der Kakanjer Bucht ein unter geringen Winkeln im allgemeinen südwärts gerichtetes Einfallen und seine Ausbißlinie, welche sich mit ihren Kopfpforten bis 200 *m* über das Niveau der Bosna erhebt, schmiegt sich vollkommen dem Terrain an. Im tief eingeschnittenen Zgošćatale zieht die Ausbißlinie in beiden Flanken auf eine weite Strecke offen talwärts und hier wurde bei der vor 16 Jahren erfolgten Errichtung des Kohlenwerkes Kakanj das Flöz zuerst stollenmäßig in Abbau genommen. Auch heute noch wird überwiegend Stollenbau betrieben, jedoch bewegt sich zur Zeit der Abbau hauptsächlich rechtsseits (westlich) des Bjelavodatales im sogenannten Popireviere nordwestlich oberhalb der Džamija von Popi, wo vier Stollen bestehen, die durch einen 320 *m* langen Aufbruch mit der Grundstrecke verbunden sind. Die ursprünglich mittels Stollen in Abbau genommenen Flözpartien im Rücken zwischen dem Bjelavoda- und dem Zgošćatale und östlich dieses letzteren, wo das Abbaufeld durch einen Verwurf begrenzt ist, von welchem weiter unten noch die Rede sein wird, sind bereits abgebaut und es wird nun in diesem Grubenteile gesenkmäßig vorgegangen. Die Ausrichtungen sind noch nicht weit gediehen, jedoch wurde das Verhalten des

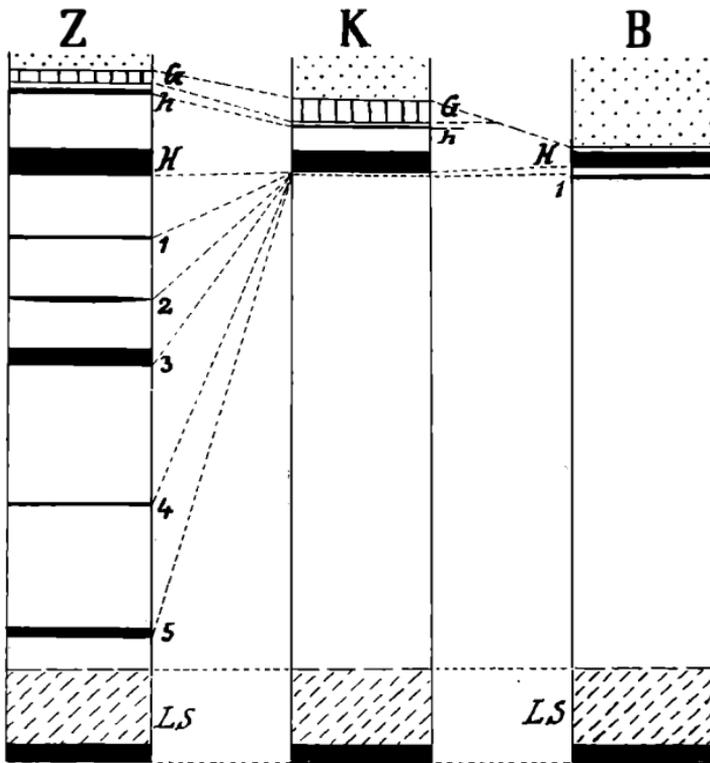


Abb. 35. Schema der Entwicklung und des Zusammenhanges der Flözführung in der mittleren Schichtenzone der Zenica-Sarajevoer Braunkohlenablagerung.

Die Profile veranschaulichen die Veränderungen der Flözführung in der Richtung von Nordwesten gegen Südosten, beziehungsweise aus der Bucht von Zenica *Z* über die Bucht von Kakanj-Zgošća *K* in die Bucht von Breza *B*.

LS = Liegend-Schichtenzone. Darüber: mittlere Schichtenzone mit der Hauptflözgruppe. *H* = Hauptflöz. 1 bis 5 = erstes bis fünftes Liegendflöz. *h* = Hangendflöz. *G* = Glyptostrobusschichten. Zu oberst punktiert: schüttige Mergel-, beziehungsweise überhaupt psammitische Hangendschichtenstufen.

Während die Entwicklung der Liegend-Schichtenzone und der Abstand zwischen ihr und dem Hauptflöze überall ziemlich gleich bleibt, erfährt die bei Zenica (*Z*) auf 6 Flöze verteilte Kohlenführung bereits in der Bucht von Kakanj (*K*) eine Komprimierung auf ein einziges Bauflöz, welches auch gegen Breza (*B*) anhält. Die Hangendschichten des Hauptflözes büßen zwischen Zenica und Kakanj an Gesamtmächtigkeit ein. Die Glyptostrobusschichten schwellen zwar bei Kakanj an, keilen jedoch noch in der Kakanjer Bucht in der Richtung gegen Breza völlig aus.

sich beckeneinwärts in die Tiefe ziehenden Flözes durch zwei Aufschlußbohrungen untersucht. Diese Bohrungen, die annähernd im Schichtenstreichen in zirka 730 m flacher Entfernung voneinander niedergetrieben wurden, u. zw. die eine in der Talsohle des Zgoščabaches zirka 0·5 km Südsüdwest vom Kohlenwerke, die andere in dem vom Bache östlich ansteigendem Gelände im Gemeindebereiche von Bukovlje, erbrachten den Nachweis, daß die Flözmächtigkeit in der Einfallensrichtung erheblich zunimmt, und daß, wiewohl auch hier die Flözbeschaffenheit beträchtlichen Änderungen unterliegt, sie sich in der Tiefe gegenüber den Ausbißpartien immerhin günstiger gestaltet.

Das erste Bohrloch erreichte die Kohle in 82·10 m Teufe und durchsank zunächst die Hangendpartien des Flözes, bestehend bei 5·60 m Gesamtmächtigkeit aus nicht weniger als 13 Schmitzen und Bänken von Kohle, worunter die beiden mächtigsten 45 und 60 cm stark waren und deren Zwischenmittel sich teilweise auch noch von Kohlenblättern durchsetzt zeigten, worauf 2·25 m verschiedener Mergel folgten und darunter die Liegendpartie des Flözes, die bei 4·05 m Gesamtmächtigkeit nur 35 cm Zwischenmittel aufweist.

Im zweiten Bohrloche zeigte sich die Kohle in 99·65 m Teufe. Es waren jedoch nur einige Schmitze, die der Lagerung nach das Hangendflöz repräsentieren, worauf bis zu 110·90 m Teufe graue Mergel folgten, in deren Liegendem eine rund 5·8 m mächtige Wechselfolge von Kohlenschiefer und Kohle durchsunken wurde. In den unteren 3 m herrscht Kohle vor, so daß dieser Flözteil vielleicht abbaufähig sein könnte. Es folgen dann 5·4 m Mergel und darunter die 6·2 m mächtige Liegendpartie des Flözes, bestehend aus fünf nur durch geringfügige Zwischenmittel gesonderten Bänken, von welchen die hangendste und liegendste verschieferte, die drei mittleren jedoch zusammen 5·6 m feste Glanzkohle führen.⁶⁹⁾

⁶⁹⁾ Diese Angabe entnehme ich einem von der Bergverwaltung in Kakanj zur Verfügung gestellten Profile. Nach anderer Zusammenstellung hätte die Mächtigkeit der Liegendpartie des Flözes 7·85 m betragen. Die Deutung, welche die an sich schon unzuverlässigen Bohrergergebnisse erfahren haben, hat sich auch in anderer Hinsicht als irrtümlich herausgestellt, so daß keine Sicherheit besteht, daß die obigen Angaben durch spätere Aufschlüsse volle Bestätigung erfahren werden. Leider war während der Ausführung der Bohrungen keine Gelegenheit zur geologischen Beurteilung ihrer Ergebnisse geboten.

Es wäre somit, wenn die mächtige Zwischenschicht eingerechnet und das ganze, wie es beim Kohlenwerke Kakanj geschieht, als Hauptflöz zusammengefaßt wird, im ersten Bohrloche das Flöz mit 11·9 *m* und im zweiten Bohrloche mit 17·2 *m* Mächtigkeit durchsunken worden, wovon auf das taube Mittel zwischen der Hangend- und Liegendpartie des Flözes im ersten Falle 2·25, im letzteren über 5 *m* entfallen. Die petrographische Beschaffenheit dieser tauben Einschaltung ist von den sonst innerhalb des Hauptflözes auftretenden Zwischenmitteln einigermaßen verschieden, da in ihr bituminöse Mergel mit sandigen Tegeln oder Sandsteinen alternieren, die unter anderem Serpentinbrocken enthalten und an das normale Liegende des Hauptflözes von Zenica erinnern. Eswürdedemnach nicht unmöglichsein, daß nur die Hangendpartie der Kohlenbänke dem Hauptflöze von Zenica entsprechen, die Liegendpartie jedoch die Liegendflöze der Hauptflözgruppe vertreten und somit das Kakanjer Bauflöz fast die ganze Hauptflözgruppe von Zenica repräsentieren könnte; aber leider bestehen zurzeit keine ausreichenden Aufschlüsse, um diese Möglichkeitsandeutung weiter verfolgen zu können.

In seiner ausbißnahen Erstreckung besitzt das Hauptflöz von Kakanj überall nur Mächtigkeiten von 4 bis 6 *m*, wovon aber wegen der zahlreichen Zwischenmittel und zuweilen auftretenden Verschieferung der Kohle in der Regel nur 2 bis 3 *m* abbaufähig sind, u. zw. zum Unterschied von der südlichen Flözerstreckung nicht in der liegenden, sondern gewöhnlich in der mittleren Partie des Flözes. (Vgl. Abb. 36). Die Anzahl und Mächtigkeit der tauben Zwischenmittel, die zumeist nur flach linsenförmige Einschaltungen von unbedeutendem streichenden Anhalten zu bilden scheinen, ist äußerst veränderlich, so daß Flözprofile schon in geringen Entfernungen voneinander ganz verschieden aussehen können. Als Beispiel seien zwei vom Herrn Bergmeister Gerscha in den bloß 110 *m* voneinander entfernten Stollen VIII und IX aufgenommene Profile der mittleren baufähigen Flözpartie angeführt, welche sich auf den gleichen Flözteil östlich des Zgoščatales beziehen (Abb. 36, 1 und 2). Sie sind ebenso sehr voneinander wie von der bauwürdigen Mittelpartie des Flözprofiles von der VII. Etage (Abb. 36, 3) verschieden.

Die unmittelbaren Hangendschichten des Hauptflözes von Kakanj sind bituminöse, etwas sandige, rauh anzu-

fühlende, durch kohlige Partikel, Bitumen und braune tonige Masse meist grünlichbraun gefärbte Süßwasserkalke, die gewöhnlich grob geschichtet, in großen ebenflächigen Werkstücken gewinnbar sind und daher vielfach als Baustein benützt werden. Charakteristisch sind mohn- bis hanfkorn-große Kaolinnestchen, welche auf Spaltflächen des angewitterten Gesteines wie weiße Punkte erscheinen. Die ganze

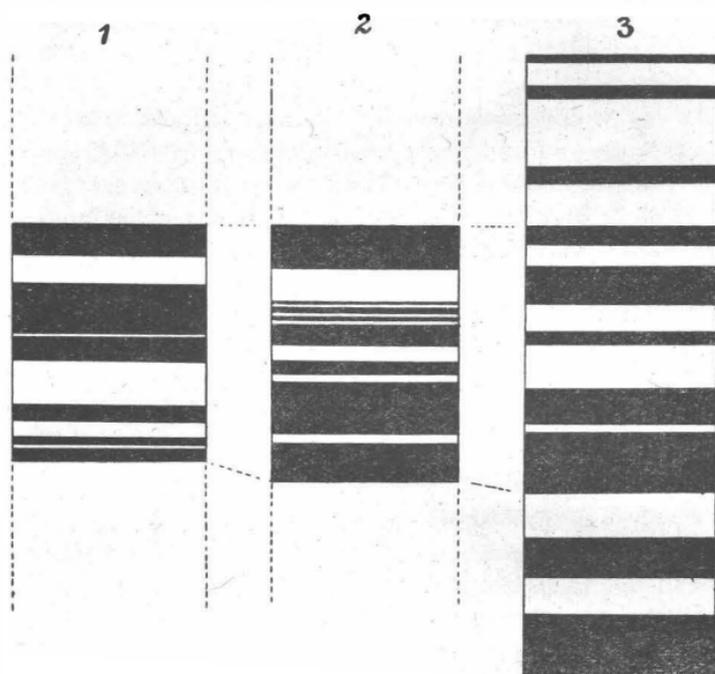


Abb. 36. Profile des Hauptflözes von Kakanj. 1 und 2 sind Profile der baufähigen Mittelpartie des Flözes im VIII. (1) und IX. (2) Stollen; 3 das ganze Flözprofil auf der VII. Etage des westl. Abbaufeldes. Die Mächtigkeit des Flözes beträgt hier 5·2 m. Alle drei Profile sind im gleichen Maßstabe, annähernd 1:73, verjüngt und die korrespondierenden baufähigen Mittelpartien sind durch gestrichelte Linien bezeichnet.

Schichtenreihe ist nur 10 bis 20 m mächtig. Tierische Versteinerungen sind darin relativ sehr selten; hauptsächlich in den tiefsten Bänken kommen spärliche zusammengedrückte, näher nicht bestimmbar *Limnaeen* und große *Melanien* vor, meist aber nur als Steinkerne oder mit in Eisenoocker umgewandelten Schalen. Von Pflanzenresten finden sich Blattabdrücke fast gar nicht, hingegen kommen Stengel- und Wurzelbruchstücke nebst anderweitiger Pflanzenspreu öfters vor und

lagenweise treten die oben beschriebenen Früchte oder Samen (*Carpolithes foveatus* Englh.) ebenso massenhaft auf wie im engeren Gebiete von Zenica.

In einem seigeren Abstände von 11 bis 15 m über dem Hauptflöze ist im engeren Bereiche von Kakanj ein Kohlenflözchen entwickelt, welches seiner Position und seinen Begleitschichten nach dem Hangendflöze von Zenica entspricht, wengleich dieses 42 m über dem Hauptflöze liegt. Denn die Mächtigkeit der Hangend-Süßwasserkalke des Hauptflözes, in deren oberste Partie das Hangendflöz eingeschaltet ist, nimmt von Zenica südostwärts sukzessive ab, was im allgemeinen zwar auch vom Hangendflöze selbst gilt, nur daß bei diesem die Mächtigkeitsreduktion nicht gleichmäßig anhält, sondern durch lokale Anschwellungen unterbrochen wird. So z. B. beträgt die Mächtigkeit, die zwischen Zenica und Gnjuše meist unter 1 m bleibt, am östlichen Bosnaufer nördlich von Putovići, allerdings bei kaum 1 m reiner Kohlenführung, gegen 2·5 m und desgleichen im Bjelavodatale unterhalb Popi etwa 1·6 m. Dazwischen jedoch wird das Flöz nur durch geringfügige Schmitze angedeutet und ebenso bleibt seine Mächtigkeit im engeren Bergreviere von Kakanj unbedeutend, wiewohl hier auch eine Anschwellung auf zirka 50 cm stattfindet, gewissermaßen als letztes Aufflackern vor dem Erlöschen; denn über die engere Umgebung des Kohlenwerkes Kakanj hinaus nach Osten setzt das Flöz nicht fort.

Ebenso verhält es sich mit seinen typischen Hangendschichten, den, wie oben dargelegt wurde, an *Sphaerien* (*Pisidien*?) und *Glyptostrobus*-Abdrücken besonders reichen, plattigen Süßwasserkalken. Denn trotzdem die Mächtigkeit dieser charakteristischen Schichtenstufe auf der Westseite der Bucht von Kakanj beträchtlich größer ist als bei Zenica (vgl. S. 126), läßt sie sich in ihrer typischen Entwicklung doch nur bis zum Safundžia-Gehöfte, etwa 1·5 km östlich vom Kohlenwerke verfolgen, wo sie ziemlich unvermittelt verschwindet. Am mächtigsten entwickelt und vortrefflich abgeschlossen ist die Stufe im Tale (Dol) unterhalb Mihoći beiderseits der alten Straßen nach Zenica, wo sich darin mehrere verlassene Steinbrüche befinden. Die wohlgebankten Süßwasserkalke sind hier, frisch gebrochen, von gelbgrauer Farbe, dichtem Gefüge, hart und zähe, blättern jedoch teilweise durch Verwitterung bei gleichzeitiger Verfärbung ins weißliche auf. Ihre Mächtigkeit beträgt nahe an 100 m. Sie verflächen unter

22° nach Südwest und streichen spitzwinkelig quer über den Bach, welcher über ihre Schichtenköpfe hinweg Kaskaden bildet. In der Kakanjer Bucht sind die *Glyptostrobus*-Süßwasserkalke im westlichen Ausläufer zwischen der Eisenbahnstation und dem Dorfe Kakanj nur südlich der Bosna schwach entwickelt; hingegen sind sie im Inneren der nach Norden ausgreifenden Bucht im Hangenden des Hangendflözchens, bzw., wo dieses fehlt, im Hangenden der Carpolithenmergel wieder typisch ausgebildet und im Werksbereiche sind sie an mehreren Stellen gut aufgeschlossen, wie namentlich im Bjelavodatale unterhalb der Džamija von Popi und an der Mündung des von Vrtilišće herabkommenden Grabens; im Zgoščatale auf der linken Seite beim Kohlenwerke und am Aufstiege nach Plandište sowie oberhalb des Werkes linksseits in der Lehne, über welche der Weg von den Mühlen zu den Bešerići- und Safundžia-Häusern hinaufführt. Hier überall ist die Stufe reich an *Sphaerien* und Pflanzenresten, welche letzteren von H. Engelhardt beschrieben wurden.⁶⁹⁾ Die Flora ist zwar im wesentlichen gleichartig, aber erheblich mannigfaltiger wie die Flora der gleichen Schichtenstufe bei Zenica. Unter den Nadelhölzern nimmt *Glyptostrobus europaeus* allerdings durch die große Fülle seiner Reste hier ebenfalls die erste Stelle ein; es kommen dazu aber auch Kiefer, *Sequoia* und *Widdringtonia*. Monocotyledonen sind stärker vertreten und unter den Dicotyledonen finden sich neben den vorherrschenden Arten der Glyptostrobusskalke beachtenswerterweise in beträchtlicher Menge die gleichen Laubholzarten wie in den Hangend-schichten des dritten Liegendflözes bei Zenica (vgl. S. 118, Fundort Biel put), wozu sich jedoch ferner noch besonders Ulmen, Weiden und Linden gesellen. Dadurch erhält die fossile Flora der Glyptostrobusschichten der Kakanjer Bucht einen etwas älteren Einschlag, der durch die oben erläuterte Vereinigung der ganzen Gruppe der Liegendflöze von Zenica mit dem komprimierten Hauptflöze erklärlich wird. Da die Unterschiede der Flora der einzelnen Fundorte nicht erheblich sind, kann die aus der Glyptostrobussstufe der ganzen Kakanjer Bucht beschriebene Flora als einheitlich zusammengefaßt werden. Sie zählt bisher die folgenden Arten:

⁶⁹⁾ Engelhardt: Zur Kenntnis der fossilen Flora der Zenica - Sarajevoer Braunkohlenablagerung. Wissenschaftliche Mitteilungen etc., IX. Band, 1904, S. 364.

Pinus megaloptera Ett.
Glyptostrobus europaeus Heer.
Sequoia Langsdorfi Brgt. sp.
Widdringtonia Unger Endl.
Phragmites oeningensis A. Br.
Typha latissima A. Br.
Juncus retractus Heer.
Myrica hakeaefolia Ung. sp.
Myr. laevigata Heer.
Betula prisca Ett.
Bet. Brongniarti Ett.
Alnus Kefersteini Goep. sp.
Al. nostratum Ung.
Quercus lonchitis Ung.
Qu. valdensis Heer.
Qu. Gmelini A. Br.
Qu. sclerophyllina Heer.
Carpinus grandis Ung.
Ostrya Atlantidis Ung.
Castanea Unger Heer.
Ulmus longifolia Ung.
Planera Unger Kóv. sp. \
Ficus lanceolata Heer.
Benzoin antiquum Heer.
Salix varians Goep.
Sal. Lavateri Heer.
Andromeda protogaea Ung.
Andr. vacciniifolia Ung.
Xylopi *Unger* Englh.
Anoetomeria Brongniarti Sap.
Vitis teutonica A. Br.
Nymphaea Charpentieri Heer.
Tilia bosniaca Engelh.
Tilia Katzeri Engelh.
Acer trilobatum Stbg. sp.
Ilex ambigua Ung.
Il. stenophylla Ung.
Rhamnus Gaudini Heer.
Eucalyptus oceanica Ung.
Amygdalus persicifolia Ung.
Amygd. pereger Ung.
Juglans acuminata A. Br.

Der größte Teil der Arten dieser Liste kommt sowohl im Oligozän als auch im Miozän vor, so daß hier gewissermaßen eine Übergangsflora zwischen den beiden Formationen vorliegt, was dem auch aus anderen Gründen anzunehmenden Alter der Glyptostrobusstufe tatsächlich ungefähr entspricht. Es ist bemerkenswert, daß in den Hauptlagern der fossilen Flora Zimmtbaumblattabdrücke bis jetzt nicht gefunden wurden. Sie kommen erst in den Übergangsschichten zur nächsthöheren Stufe der schüttigen Mergel und Sandsteine vor, welche sich südwestlich der Kakanjer Bucht, namentlich auf der linken Seite der Bosna, zu sehr großer, auf mindestens 1000 m zu schätzender Mächtigkeit entfaltet. In dieser Stufe gehören *Cinnamomum*-Reste überall zu den häufigsten Erscheinungen, während *Glyptostrobus* völlig zurücktritt. Der Umstand, daß im engeren Gebiete von Zenica *Cinnamomum*-Abdrücke auch in den tieferen Glyptostrobuschichten nicht gerade selten sind, während sie bei Kakanj fehlen, steht mit dem vorhin vermerkten etwas älteren floristischen Gepräge der Glyptostrobuschichten der Kakanjer Bucht im Einklang.

In der hangendsten Partie der pflanzenführenden Glyptostrobuschichten treten lokal, wie z. B. am Aufstiege zum Safundžia, dünn-schichtige, dunkelgraue Mergel auf, die Fischreste zu enthalten pflegen, darunter auch solche einer großen Lachsart, jedoch sind zur genaueren Bestimmung geeignete Exemplare noch nicht gefunden worden. Petrographisch ähnlich beschaffen sind graue Mergel, welche im östlichen Abschnitte der Kakanjer Bucht das Hangende eines Flözausbisses im Ričicatale bei den Mühlen südlich von Vlahovići bilden und vielleicht als äußerster östlicher Repräsentant der Glyptostrobuschichten gelten könnten, zumal darin *Glyptostrobus europaeus* Heer und *Sequoia* cf. *Couttsiae* Heer gefunden wurden. Diese Möglichkeit gewinnt dadurch sogar etwas an Wahrscheinlichkeit, daß das gegen 3 m mächtige Flöz, da es plattige Süßwasserkalke voll zerpreßter *Fossarulen* und *Carpolithen* zum Liegenden hat, eventuell einer Neuanschwellung des im Zgoščatale verdrückten Hangendflözes angehören könnte, wenngleich es im Hinblick auf seine geringe seigere Entfernung von den Liegendsandsteinen gewöhnlich als Hauptflöz gedeutet wird.

Die Lagerungsverhältnisse sind in der Kakanjer Bucht bedeutend einfacher als bei Zenica. Es kommen zwar zahlreiche Verwürfe, meist Sprünge, seltener Überschiebungen vor, die jedoch die generell unter mäßigen Winkeln (8 bis

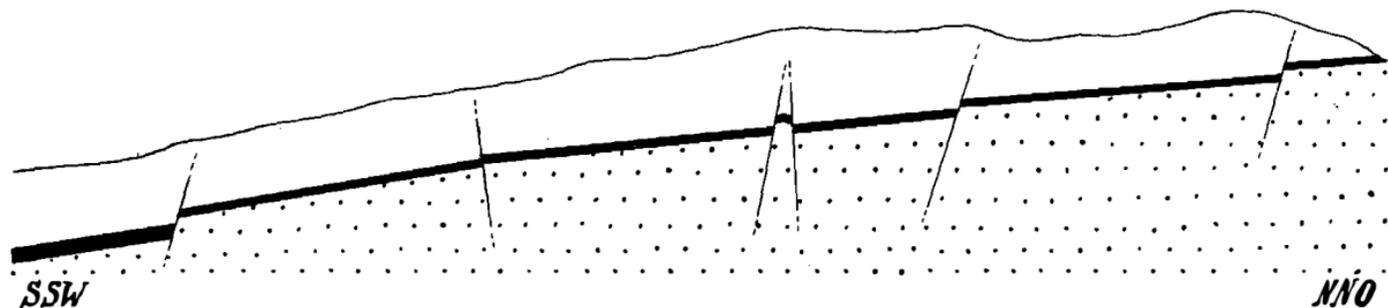


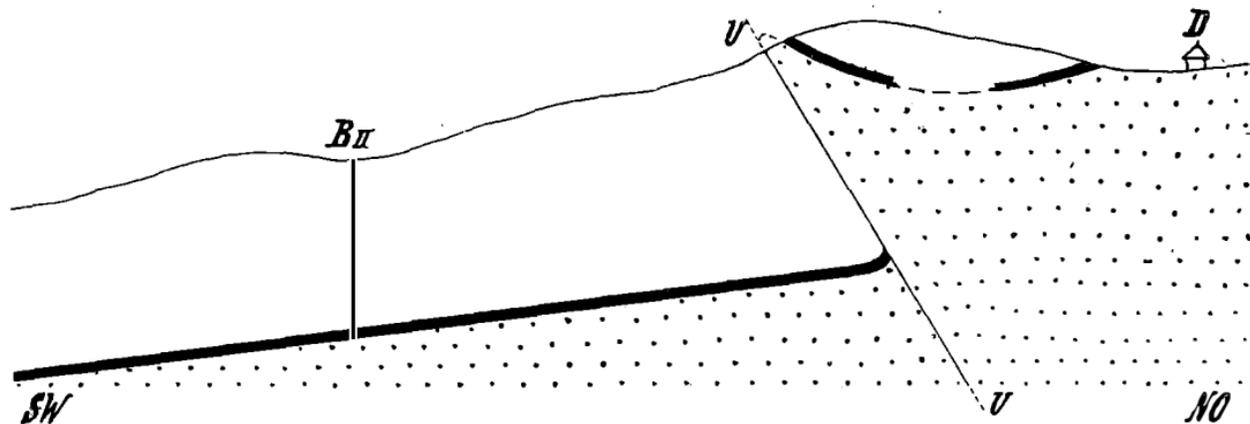
Abb. 37. Flözlagerung bei Kakanj.

Das Profil ist geführt vom Flözkopfe auf der Westseite des Zgoščatales oberhalb des Kohlenwerkes in südwest-südlicher Richtung gegen die Bosna. *Punktiert*: Liegend-Schichtenzone. *Schwarz*: das von Verwürfen durchsetzte Bauflöz. *Weiß* Hangendschichten des Hauptflözes, hauptsächlich Carpolithen- und Glyptostrobuschichten.

zirka 20°) beckeneinwärts gerichtete Neigung des Bauflözes nur unerheblich stören, wie dies aus den Profilen Abb. 37 und 38 zu ersehen ist. Von mehr montanistischem als tektonischem Belange ist eine namhaftere Störung, die östlich des Kohlenwerkes aufsetzt und die natürliche Begrenzung des Baufeldes bildet. Sie streicht nach Südsüdosten und gehört dem gleichen Systeme von Längsbrüchen an wie die oben erwähnten, zwischen Sutjeska und Zgošća die Liegendschichtenzone durchsetzenden Störungen. Sie stellt sich als Wechsel dar, weil an dem steil nach Ostnordosten einfallenden Verwerfer die älteren Schichten über die westlich anlagenden jüngeren überschoben sind. Die Schubhöhe beträgt im Norden östlich des Kohlenwerkes annähernd 150 m seiger (vgl. Abb. 38) und scheint im Streichen der Verwerfung gegen Südosten sich zu vermindern. Durch diese Überschiebung ist östlich von Kakanj unweit des Demirgehöftes ein Aufbruch des Bauflözes bewirkt. Weiter südöstlich ist die Verwerfung zwar im Terrain angedeutet, aber in den hier durchwegs an der Oberfläche herrschenden sandigen Tegeln und schüttigen Hangendmergeln nicht klar ausgeprägt. Nordöstlich von Bjelovići scheint das Streichen des Verwerfers gegen Osten umzubiegen.

Auch auf der anderen (westlichen) Seite der Kakanjer Bucht wird das Kohlenterrain von Verwerfungen durchzogen, die annähernd parallel zum nördlichen Grundgebirgsrande südost-nordwestlich streichen und einem Systeme angehören, welches dem östlichen spitzwinkelig zuschart. Es sind ebenfalls Längsstörungen, u. zw. teils normale Verwerfungen (Sprünge), an welchen das oligomiozäne Kohlengebirge buchteinwärts staffelförmig abgesunken ist, teils Überschiebungen, an welchen einzelne Schollen gehoben erscheinen, wie es im Popifelde der Fall ist.

Die Braunkohle des Bauflözes der Kakanjer Bucht ist zumeist schöne Glanzkohle von schwarzer Farbe halbmuscheligen bis muscheligen Bruch, schwarzbraunem Strich und hohem Glanz. Sie besitzt im Durchschnitt einen höheren Heizwert als die Kohle von Zenica und ist diesbetreffend überhaupt die hochwertigste Braunkohle der Zenica-Sarajevoer Ablagerung. Die Qualität ist jedoch nicht nur in den verschiedenen Bänken des Flözes ungleich, sondern variiert auch innerhalb einer und derselben Bank. Leider schmilzt die Asche der Kohle verhältnismäßig leicht und bildet namentlich bei der Stückkohle öfters eine Schlacke, welche



Abt. 38. Flözablagung in der Kakanjer Bucht östlich des Zgošćatales.

Das Profil ist etwas überhöht. U = Überschiebung. BII = zweites Bohrloch. D = Demirgehöfte.

Punktirt: Liegend-Schichtenzone. *Schwarz:* Kohlenflöz. *Weiß:* Hangendpartie der mittleren Schichtenzone, u. zw. unmittelbar über dem Bauflöze Carpolithen- und weiter aufwärts teilweise auch Glyptostrobusschichten. Darüber die psammitischen Hangendstufen, welche westlich von der Überschiebung am Tage allein herrschen.

bei der Feuerung Unbequemlichkeiten verursacht. Es ist dies aber in einer den Wert der Kohle beeinträchtigenden Weise nur in gewissen Flözpartien in wechselndem Grade der Fall und anscheinend gestaltet sich in der Tiefenerstreckung des Flözes die Aschenbeschaffenheit etwas günstiger.

Die Zusammensetzung der Kohle, welche durchwegs schwach sinterige Sandkohle ist, erhellt aus den in der nebenstehenden Tabelle zusammengestellten Elementaranalysen. Einige technische Analysen von Kohlenproben, vornehmlich aus den tieferen Grubenteilen, ergaben die folgenden Werte:

	Kohle von Riica
Feuchtigkeit	8·17%
Asche	7·63 „
Gesamtschwefel	2·98 „
Verbrennlicher Schwefel	2·70 „
Heizwert, kalorimetrisch bestimmt	5520 Kal.

Kohlenproben aus der Grube in Kakanj

Feuchtigkeit	7·18%	7·83%	6·26%
Asche	10·23 „	8·72 „	9·58 „
Gesamtschwefel....	3·71 „	1·67 „	2·16 „
Verbrennlicher Schwefel	3·18 „	1·20 „	2·00 „
Heizwert, kalori- metrisch bestimmt	6090 Kal.	6112 Kal.	6292 Kal.

Kohlenproben aus dem Popireviere

Feuchtigkeit	7·12%	6·58%
Asche	13·91 „	11·66 „
Gesamtschwefel	1·02 „	2·06 „
Verbrennlicher Schwefel..	?	?
Heizwert, kalorimetrisch bestimmt.....	5646 Kal.	5903 Kal.

Wie aus diesen Analysen zu ersehen ist, bewegt sich der Heizwert der Braunkohle von Kakanj zwischen 5000 und 6300 Kalorien und scheint im Flözeinfallen mit der Tiefe zuzunehmen.

Elementaranalysen der Braunkohle des Bauflözes von Kakanj.

K a t z e r, Kohlen Bosniens.

Herkunft und Beschaffenheit der Kohlenprobe	Zusammensetzung in Prozenten							Heizwert in Kalorien, berechnet oder kalorimetrisch bestimmt
	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff, Stickstoff u. a.	Gesamtschwefel	Verbrennlicher Schwefel	Hygroskop. Wasser	Asche	
Aus dem V. Stollen. Von 20 verschiedenen, aus sieben Stollen entnommenen Proben die schlechteste	54·68	3·89	11·61	3·89	3·74	9·01	17·07	4932
Aus dem II. Stollen. Von den vorbesagten 20 Proben die beste	66·41	4·77	5·89	1·46	1·01	7·79	14·13	6254
Berechnetes Mittel aus allen vorbesagten 20 Proben	59·90	.	.	.	2·39	.	12·55	5530
Reine ausbißnahe Kohle	62·36	4·52	13·35	2·14	1·67	7·40	10·70	5922
Durchschnittsprobe	58·36	3·96	14·76	2·58	2·07	8·30	12·55	5339

11

Die Asche der Kohle hat nach einer im Jahre 1901 von C. F. Eichleiter ausgeführten Analyse⁷⁰⁾ die folgende Zusammensetzung:

Kieselsäure	33·36 %
Tonerde	18·14 „
Eisenoxyd	23·00 „
Kalk	11·60 „
Magnesia	1·73 „
Kohlensäure	6·09 „
Schwefel	4·56 „
Phosphor.....	0·08 „
Alkalien (Ergänzung)	1·44 „
	100·00 %

Auffallend ist in dieser Analyse der hohe Kohlensäuregehalt, welchen Aschen von anderen Braunkohlen nicht aufweisen. Anscheinend ist er dadurch zu erklären, daß beim Verbrennen der Kohle durch die leicht schmelzende Asche Mergel- und Süßwasserkalkpartikeln eingehüllt werden und daher nicht völlig zu Calciumoxyd ausbrennen können. Ferner ist der Gehalt an Schwefel bemerkenswert, weil sonst in Aschenanalysen nur Schwefelsäure (ges. SO_2) ausgewiesen zu werden pflegt. Die übrigen Bestandteile halten sich im Rahmen der auch in anderen Braunkohlenaschen ermittelten Werte, bis auf den Phosphorgehalt, welcher viel geringer ist, als er sonst in der Regel zu sein pflegt.

Im östlichen Teile der Kakanjer Bucht sowie im südlich anschließenden Gebiete jenseits des Trstjenicatalles besitzt die Vertretung der Hauptflözgruppe der mittleren Schichtenzone in der 8 km langen Erstreckung von Ričica (westlich von Kralj. Sutjeska) bis Smršnica westlich von Breza fast meridionales Streichen, parallel zum Rande der Ablagerung zwischen Striževo und Misoća und parallel zum Südflügel der großen Vareš-Čevljanoviće Über-schiebung sowie parallel zum Bosnatalstücke zwischen Dobrinje und Kakanj. Diese Lagerung hängt mit dem gewaltigen tektonischen Vorgange zusammen, durch welchen die auffallende Umschwenkung der Varešer Überschiebung aus der südöstlichen in die südliche Richtung bewirkt wurde und beweist, daß diese

⁷⁰⁾ Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, Wien, 53. Bd., 1904, S. 514.

Störung, eine der größten und wichtigsten Bosniens, mindestens in ihren Nachwirkungen noch das Oligomiozän beeinflusst hat.

Neben diesem südnördlichen macht sich in dem in Rede stehenden Abschnitte der Zenica-Sarajevoer Braunkohlenablagerung noch ein zweites System von Störungen besonders geltend. Es streicht ost-südöstlich und verquert zwischen Čatići und Dobrinje das Bosnatal, wo es die Lagerungsstörungen bewirkt, welche im östlichen Gehänge jenseits der Station Dobrinje an der Eisenbahn offen liegen. (Vergl. die Karte.)

Die Gegend von Dobrinje, welche die Mitte der Zenica-Sarajevoer Braunkohlenablagerung in ihrem breitesten Abschnitte einnimmt, ist infolge des Zusammenwirkens der beiden besagten Hauptstörungssysteme tektonisch von großem Interesse. Sie gehört bis auf den Kohlenaufbruch, von welchem später die Rede sein wird, zur Gänze den beiden jüngsten Stufen der mittleren Schichtenzone an, nämlich den schüttigen Mergeln, sandigen Tegeln und Sandsteinen sowie den Hangendkonglomeraten, welche beide Stufen aus der Gegend von Zenica herüberstreichen und das ganze bergige Gelände beiderseits der Bosna vom Inneren der Kakanjer Bucht bis zum phyllitischen Grundgebirge bei Busovača einnehmen. Die Oberflächenverbreitung ist allerdings ungleich, da im bei weitem größten Teile des Gebietes die Mergel- und Tegelstufe herrscht, die hier Mächtigkeiten von gegen 1500 *m* erreicht, während die Hangendkonglomerate, soweit sie mit jenen von Zenica zusammenhängen, auf einen höchstens 4 *km* breiten, gegen Südosten sich bis auf einige Hundert Meter (bei Maurovići) verengernden Streifen, der sich an den Südwestrand der Ablagerung anschmiegt, beschränkt sind. Diesem Konglomeratzuge gehört der höchste Gipfel (Hum, 1281 *m*) an, zu welchem sich das Binnenlandoligomiozän der Zenica-Sarajevoer Braunkohlenablagerung erhebt.

Rund 4 *km* östlich von dem zusammenhängenden randlichen Konglomeratzuge tritt im Bosnatale zwischen Dobrinje, Upovac und Višnji eine tief eingesunkene isolierte Konglomeratscholle auf, welche von den bedeutendsten der besagten südostnordwestlichen Störungslinien tektonisch begrenzt und gestört wird. Diese Brüche, an welche sich weiter nördlich bis Čatići noch einige andere anschließen, sind es, die in der Eisenbahnböschung unterhalb Dobrinje entblößt sind. Die Loßreibung und Tieflage der Konglomeratscholle ist durch sie wesentlich mitbewirkt, wenn auch der erste Anstoß dazu

auf Schubeinfaltung zurückzuführen sein dürfte. Die Störungslinien sind im Streichen westlich der Bosna weithin zu verfolgen, namentlich die südliche, welche mit den am Rande der Bosnaebene unmittelbar bei der Station Dobrinje auftretenden drei Kalkklippen und einer Scholle bei Džindići unter dem Zelenik (901 *m*) im Zusammenhange steht. Diese Klippen schwimmen wurzellos auf den stark gestörten Schichten des Braunkohlengebirges. Sie bestehen teils aus dichten rötlich-grauen, teils aus halbkristallinen weissen brockigen Kalken, die nur von Norden oder Nordosten, wo es in der Umrandung des Oligomiozäns bei Teševo petrographisch übereinstimmende Kalksteine gibt, herkommen können und somit mindestens 10 *km* weit über das Oligomiozän hinweg hierher überschoben worden sein müssen. Sie sind wahrscheinlich nur mehr die letzten Überreste einer ursprünglich wohl beträchtlich ausgedehnteren Deckscholle, die aberodiert wurde, und konnten sich nur deshalb erhalten, weil sie durch die benachbarten widerstandsfähigen Hangendkonglomerate vor der völligen Abtragung bewahrt wurden. Da die Kalke bisher weder in den Klippen noch in ihrem vermutlichen Ursprungsgebiete Fossilien geliefert haben, läßt sich ihr Alter vorläufig nicht genau bestimmen. Aus stratigraphischen Gründen und nach dem Habitus dürften sie zur Kreide zu zählen sein.

Wichtig für die Beurteilung der Kohlenführung dieses Teiles der Zenica-Sarajevoer Braunkohlenablagerung ist die mitten durch die Dobrinjer Konglomeratscholle hindurchziehende Verwerfung, weil sie Mitveranlassung ist zum Auftauchen einer räumlich beschränkten, an einer südnördlichen Störung gehobenen Partie des Hauptflözes und seiner Begleitschichten, welche am Ostrande der Konglomeratscholle im Upovacgraben zwischen dem Askovaci- (763 *m*) und dem Stejnica-Rücken (662 *m*) zutage kommt (Abb. 39). Dieses kleine Fenster in den jüngsten Schichtenstufen, aus welchem die Hauptflözgruppe herauschaut, ist 3 *km* von der südnördlich streichenden Hauptausbißlinie entfernt und da abgesehen von der Mächtigkeit, die hier geringer ist als am randlichen Ausbiß, die Flözentwicklung soweit übereinstimmt, daß über die Flözidentität absolut kein Zweifel aufkommen kann, so ergibt sich daraus, daß die Hauptflözgruppe jedenfalls mehr als 3 *km* vom Ausbiß beckeneinwärts anhält und daß somit für die Berechnung des Mindestkohlenvermögens ein einfallen-

des Anhalten der Hauptflözgruppe von rund 4 km ohneweiters angenommen werden darf. Weniger sicher verhält es sich mit dem zweiten Faktor einer Kohlenvermögensbestimmung: der Mächtigkeit und Reinheit des Flözes, die in diesem Abschnitte der Ablagerung und besonders weiter südöstlich leider eine die Abbaufähigkeit stellenweise gefährdende Veränderlichkeit aufweisen.

Überall, sowohl in der Erstreckung von Ričica bis Porječani und Smršnica als auch im Upovac-Schollenfenster, wird das Hangende der Vertretung der Hauptflözgruppe von braungrauen, bald mehrsandig-tonigen und dem Hangendgestein von Kakanj ähnlichen, jedoch weniger eben spaltbaren, bald mehr kalkigen und gewöhnlich dünnplattigen Süßwassermergeln gebildet, welche Schichten fast durchwegs reich an Fossilien zu sein pflegen, worunter die erste Stelle die nie ganz fehlenden Früchte und Samen: *Carpolithes foveatus* Engelh. einnehmen. Das Liegende des Kohlenflözes hingegen ist nur selten genügend aufgeschlossen. Es besteht zuweilen aus mergeligem Süßwasserkalk, in welchem Falle das Vorhandensein noch tieferer Kohlenbänke anzunehmen ist; öfters aber aus sandigen Letten und eisen-schüssigem Sandstein, welcher bereits der Liegendschichtenzone angehört, daher nicht allein das Liegende des Flözes, sondern der ganzen mittleren Schichtenzone bildet.

Bei Haljinići zeigen die Flözausbisse südöstlich unter dem Dorfe in den Lehnen auf der Nordseite des Trstjenica-tales, beiderseits des von den Hadrovići-Häusern herabziehenden Wasserrisses folgendes Profil:

Das offene Liegend besteht aus harten, feinkörnigen, dünn-schichtigen, grauen Süßwasserkalken, die lagenweise in Menge eingestreut kleine *Cypris*-Schalen sowie Algen- und Grasfetzen enthalten. Sie verwittern mit rostbrauner Farbe und pflegen dann kleine Nestchen von Kalzit und Chalcedon einzuschließen. Darüber folgt das beiläufig 6 m mächtige, anscheinend ziemlich reine Kohlenflöz, welches eine Wechselfolge von lichtfarbigen, lettig aufgelösten, tonigen Mergeln und blaugrauen harten Mergelkalken zum Hangenden hat. Die letzteren, welche in der Hangendpartie der Schichtenreihe vorherrschen, enthalten ebenfalls, wiewohl nicht reichlich *Cypris*-Schalen und Pflanzenreste, namentlich Stengel- und Blattstücke von *Typha latissima* A. Br. und *Chara*-Samen; die ersteren schließen zwei zum Teil aus-

gebrannte Kohlenschmitze ein und enthalten sowohl im unmittelbaren Hangenden des Hauptflözes als auch besonders über dem zweiten Hangendschmitz zahlreiche zerpreßte große *Limnaeen*, ähnlich jenen oben mit *Limn. Klaići* Brus. verglichenen aus dem zweiten Liegendflöze bei Zenica. Über dieser gegen 20 m mächtigen Schichtenreihe folgen noch einige von Mergeln durchschossene Bänke eisenschüssiger Süßwasserkalke, welche alsbald von den schüttigen Mergeln und mürben Sandsteinen der Hangendstufe bedeckt werden. Alle Schichten fallen unter 42° nach Westen ein.

Südlich der Trstjenica trifft man die ersten Flözausbisse im Einschnitte des Trstjenik-Baches nördöstlich unterhalb des Dorfes Seoce.

Hier ist das Einfallen der Schichten zwar ebenfalls westwärts gerichtet, aber im Gegensatz zu Haljinići sehr flach (8°). Das zirka 4 m mächtige, von zahlreichen tauben Mitteln durchzogene Flöz hat graue Mergel zum Liegenden und bräunliche bituminöse Süßwasserkalke zum Hangenden. In den zum Teil kohlen-schieferartigen oder im vom Bache bespülten Ausbisse Kohle vortäuschenden schwarzen mergeligen Zwischenmitteln treten lagenweise dieselben großen *Limnaeen* wie bei Haljinići auf, meist beisammen mit spärlichen *Planorben*, *Fossarulus* cf. *Bulići* Brus., *Fossarulus*-deckelchen und kleinen Zweischalern, leider alles so zerpreßt, daß eine genauere Bestimmung in der Regel unmöglich ist. In den bituminösen Hangendsüßwasserkalken kommt vereinzelt ebenfalls ein *Fossarulus* (cf. *tricarinatus*) mit Deckelchen vor; völlig durchschwärmt wird dasgepreßte, klüftige Gestein jedoch von Rhizomen, Stengeln und Blättern von Sumpfpflanzen sowie von *Carpolithes foveatus* Engelh., welcher, da das Gestein nicht eben spaltbar ist, sich allerdings nicht flächenweise so angehäuft zeigt, wie bei Zenica, obwohl er in kaum viel geringerer Menge durch das ganze Gestein verstreut ist. Die Kohle einzelner Bänke des Flözes, deren mächtigste etwa 50 cm mißt, ist schöne Glanzkohle von schwarzer Farbe und fast schwarzem Strich, die aber in der Schichtung von zahllosen papierdünnen Mergelblättern durchzogen wird, was ihr nicht nur schiefrige Textur verleiht, sondern auch den Aschengehalt ungünstig beeinflusst. In der Hangendpartie des Flözes führt eine Bank Streifenkohle von gleichem Aussehen wie die S. 138 aus dem zweiten Liegendflöze bei Zenica beschriebene. Man sieht, daß auch

hier mehrfache Anklänge an die Liegendflöze von Zenica bestehen.

Weiter südlich verringert sich zwar die Mächtigkeit des Flözes bis auf 2·5 m, dafür aber wird es reiner, so daß diese Partie von Bistrani bis Smršnica eher abbaufähig zu sein scheint als die nördlichere. Das Verflächen variiert in der Richtung zwischen St. 19 und 15 und die Neigung wechselt zwischen 20 und 46 Grad öfters unvermittelt, was mit Störungen zusammenhängt, die teilweise in die Fortsetzung der Störungszone von Dobrinje fallen würden, deren Festlegung jedoch künstliche Aufschlüsse erfordert. Auf der Nordostseite des Bukva-Rückens bei Mali Trnovec und nordöstlich von Smršnica wird bei zwei Ausbissen das Liegende des Flözes von rostbraun verwitterndem Kalksandstein, das Hangende von plattigen, rötlichengrauen, sandigen Mergelkalken und milden, bräunlichen Mergeln

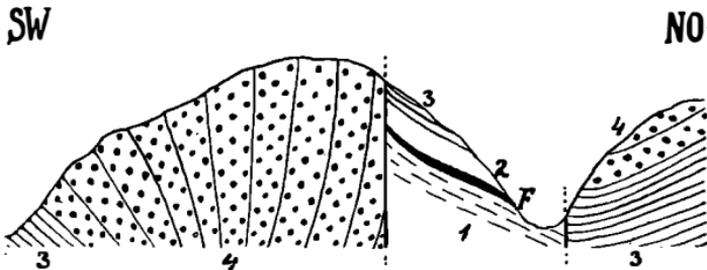


Abb. 39: Profil durch das Schollenfenster von Upovac bei Dobrinje.

- 1 = Liegendmergel des Flözes F (Hauptflöz). 2 = Süßwasserkalke, deren Hangendpartie den Glyptostrobuschichten zu entsprechen scheint. 3 = Schüttige Mergel und sandige Tegel. 4 = Konglomeratstufe.

gebildet, die nur einige Meter mächtig sind und ziemlich unvermittelt in die schüttigen Mergel und Tegel des unproduktiven Hangendgebirges übergehen. Die sandigen Mergelkalke sind lagenweise voll Pflanzenspreu und algenartiger Abdrücke und enthalten stets reichlich *Carpol. foveatus* sowohl in isolierten flügeligen Samen als auch begleitet von den grübenbedeckten Fruchthüllen. (Vergl. Abb. 26.) Nicht gerade selten sind zerpreßte *Fossarulen* und zugehörige Deckelchen sowie kleine *Lithoglyphen*, leider meist nur in Hohlabbdrücken. In den milden Mergeln pflegen die tierischen Reste durch Druck noch mehr deformiert zu sein als in den

Kalken. Stellenweise fällt durch ihre Menge eine kleine *Lyrcaea* auf, auch kommen Blattfragmente von Dicotyledonen vor.

Im Aufbruche von Upovac (vgl. Abb. 39) besteht das ungefähr westlich von der Quelle unter der Stejnica mangelhaft entblößte Liegende des Flözes aus bankigen milden Mergeln, das Hangende aus plattigen Süßwasserkalken, die zum Teil etwas körnig, zumeist aber dicht und splittrig sind und im Habitus ziemlich den Glyptostrobuskalken von Kakanj gleichen. Die Pflanzenreste, die sie einschließen, sind indessen vorzugsweise Stengel- und Blattstücke von Monocotyledonen und Rhizome, welche, von einer Glanzkohlenrinde umhüllt, sehr häufig die Schichten quer durchsetzen. *Glyptostrobus europaeus* Heer scheint in den Schichten eine große Seltenheit zu sein, hingegen ist *Carpolithes foveatus* Engelh. reichlich vorhanden. Die spärliche Fauna ist beachtenswerterweise eine Mischfauna aus anderwärts auf das Hangende des Hauptflözes und auf das Hangende des Hangendflözes verteilten Elementen. Zerpreßte *Fossarulen* (*Fossar* cf. *Bulici* Brus.) und lagenweise auffallend viel Deckelchen liegen auf manchen Spaltflächen beisammen mit *Sphaerien* von der gleichen Art wie in den echten Glyptostrobusschichten. Petrologisch ist der Anschluß der Begleitschichten des Flözes von Upovac an jene von Ričica, bzw. überhaupt der Kakanjer Bucht nördlich des Trstjenicatales enger als an jene der viel näher gelegenen Ausbisse des Hauptflözes bei Porječani. Das Kohlenflöz ist 2,5 m mächtig, jedoch von mehreren tauben Mitteln und Kohlenschieferlagen durchwachsen. Es fällt unter 20° nach Nordosten ein, während die an der Aufbruchscholle abstoßenden Konglomerate fast kopfständig aufgerichtet sind und sich erst weiter südlich, wo seinerzeit größere Steinbrüche betrieben wurden, flacher legen.

Bei Smršnica wendet sich das Streichen der kontinuierlichen Flözausbisse der komprimierten Hauptflözgruppe der mittleren Schichtenzone nach Osten und von Breza ab wieder südwärts, wodurch eine weitere Bucht halbkreisförmig umschlossen wird: die Bucht von Breza, in welcher das zurzeit jüngste ärarische Kohlenwerk Mittelbosniens baut. Bei Porječani ist das Schichteneinfallen verworren und östlich von Smršnica steil südwärts gerichtet, wodurch das Fortstreichen der Störung von Dobrinje bis hierher wahrscheinlich wird, womit auch das Abschwenken des ge-

generellen Schichtenstreichens aus der südlichen in die östliche Richtung in Zusammenhang gebracht werden kann. Die nordsüdlichen und die südöstlichen Leitrichtungen der Lagerung wechseln eben in der Zenica-Sarajevoer Braunkohlenablagerung, wie in ganz Mittelbosnien, ständig miteinander ab und in der Bucht von Breza tritt bei überwiegend östlichem bis südöstlichem Schichtenstreichern ein System fast südnördlicher Verwerfungen merklich hervor.

Die Entwicklung der mittleren Schichtenzone erfährt in diesem Teile der Ablagerung gegenüber der Kakanjer Bucht eine weitere Vereinfachung dadurch, daß die unmittelbaren Begleitschichten der komprimierten Hauptflözgruppe noch mehr an Mächtigkeit einbüßen, hingegen die unproduktiven Hangendstufen eher mächtiger werden. Von der Flözausbißlinie 8 bis 10 *km* beckeneinwärts bis über Visoko hinaus herrschen schüttige Mergel und kalkigtonige, fein- bis mittelkörnige glimmerige Sandsteine in vielfachem, flyschartigem Wechsel. Darüber folgt dann die Konglomeratstufe, welche, 2 *km* südlich von Visoko beginnend, sich westwärts bis zum Rande der Ablagerung ausbreitet. Von Vrući südlich von Visoko bis knapp an Kiseljak heran ist das enge Lepenicatal in die Konglomeratstufe eingefurcht, welche hier eine Breite von rund 8 *km* und eine Mächtigkeit von kaum unter 2000 *m* erreicht. Nach Nordwesten nimmt sie rasch an Breite ab und bleibt durch die Lettenbildungen der 1,5 *km* breiten Senke von Lješevo von den über Brestovsko und Maurovići reichenden Ausläufern der nördlichen Konglomerathaupterstreckung getrennt. Südostwärts zieht sie in mächtiger Entfaltung bis über das Majtaševo brdo (870 *m*) hinaus, von welchem man in das Polje von Sarajevo hinab blicken kann. Sie erhebt sich in diesen Abschnitten zu ansehnlichen Höhen (Stogić 974 *m*, Velike Njive 933 *m*) und bildet eine durch steile Bergkuppen und tiefe Täler ausgezeichnete bebusste und bebaute Mittelgebirgslandschaft, aus welcher stellenweise burgähnliche Erosionsgebilde und Pilzsteine aufragen, die allerdings meist hinter den gleichartigen Abwitterungsformen zwischen Janjići und Lašva (südlich von Zenica) an pittoresker Gestaltung zurückbleiben. Das Verflachen der Konglomerate ist scheinbar gleichmäßiger und anhaltender nach Südwesten gerichtet als in der sie unterteufenden Mergel- und Sandsteinstufe, weil innerhalb dieser letzteren infolge der Weichheit und Schüttigkeit der Gesteine

die verschiedenen Störungen in auffälligen Lagerungsänderungen deutlicher zum Ausdruck kommen. An mehreren Stellen, namentlich in der Liegendpartie der Konglomeratstufe oder auch in höheren Lagen, wo die Konglomerate von Mergeln durchsetzt werden, sind den auf S. 130 aus dem Gebiete von Alt-Zenica und Jelenak erwähnten analoge, von Letten begleitete Kohlenausbisse bekannt geworden, z. B. bei Zimča oder nahe der Straße südwestlich von Duhri usw., die sich aber bis jetzt immer nur als praktisch belanglose Lignitschmitze oder selbst nur als einzelne verkohlte Stammstücke erwiesen haben.

Infolge der geringen Mächtigkeit der Begleitschichten der komprimierten Mittelflözgruppe hat es in der Bucht von Breza mehrfach den Anschein, als wenn das Hauptflöz unmittelbar von der Mergel- und Sandsteinstufe bedeckt werden würde. (Vgl. Abb. 35.) In der Regel schiebt sich zwischen beide jedoch eine Schichtenlage ein, die von der gewöhnlichen Beschaffenheit der Mergelstufe abweicht, aber fast in jedem Aufschlusse etwas anders aussieht, ebenso wie auch die übrigen Begleitschichten des Flözes raschen Änderungen sowohl im petrographischen Charakter als auch in der Mächtigkeit unterliegen, weshalb sich bei der Isoliertheit der einzelnen Aufschlüsse in dem fast überall in eine Verwitterungslehmedecke gehüllten Gelände ein allgemein gültiges Schema der Entwicklung der Vertretung der Hauptflözgruppe in diesem Gebiete vorläufig nicht aufstellen läßt. In der engeren Umgebung von Breza besteht das Liegende des Bauflözes aus bräunlichen dickbankigen und gelben, uneben plattigen Süßwasserkalken sowie grauen Mergeln, welchen zwei Kohlenschmitze (etwas euphemistisch erstes Liegendflöz genannt) eingeschaltet zu sein pflegen. Die Süßwasserkalke enthalten durchgängig zerpreßte *Limnaeen*, in der Hangendpartie stellenweise auch *Fossarulen* und *Planorben* sowie Carpolithen, worunter die länglichen Samen, die als *Carp. valvatus* Engelh. anzusprechen wären, überwiegen, wiewohl auch Hohlabdrücke von Früchten vorhanden sind, die *Carp. foveatus* Engelh. näher stehen. Immerhin macht sich hier ein leitendes Kennzeichen des dritten Liegendflözes von Zenica bemerklich, womit auch die sonstigen Pflanzenreste nicht im Widerspruch stehen. Aus den plattigen Süßwasserkalken im Ostgehänge des Zagajnica potok stammen die folgenden von H. Engelhardt bestimmten Arten:

Carpinus grandis Ung.
Celastrus europaeus Ung.
Rhamnus Rossmässleri Ung.
Cassia phaseolites Ung.
Acacia sotzkiana Ung.

Das unmittelbare Hangende des Flözes wird in der Regel von Mergeln gebildet, die teils tonig und milde, teils mehr kalkig oder sandig und ziemlich spröde zu sein pflegen und häufig durch bituminöse Lagen gebändert und von Kohlenschmitzen durchwachsen sind. Ihre Gesamtmächtigkeit erreicht selten 20 m, sondern bleibt meist erheblich darunter, jedoch läßt sich auch in ausreichend offenen Aufschlüssen die obere Grenze meistens nicht scharf fixieren, weil diese Schichten eben den allmählichen Übergang in die Mergel- und Sandsteinstufe vermitteln. Gewöhnlich lassen sich indessen innerhalb eines Vertikalabstandes von 3 bis 20 m über dem Flöze bereits Sandsteinbänke nachweisen, was im allgemeinen als Merkmal der Zugehörigkeit der betreffenden Schichtenfolge zur unproduktiven psammitischen Hangendgruppe gelten kann. An Fossilien ist das Flözhangende verhältnismäßig arm. In Zwischenmitteln des Flözes und in seiner Decke kommen große *Limnaeen* vor, die anscheinend mit jenen des dritten Zenicaer Liegendflözes identisch, jedoch der mangelhaften Erhaltung wegen nicht näher bestimmbar sind, was auch von der sonstigen spärlichen Fauna gilt. Pflanzenreste finden sich hauptsächlich in gewissen Lagen der hellgrauen, milden, tonigen Mergel vor, die häufig eine Menge mohngroßer limonitischer Körnchen, wahrscheinlich aus Schwefelkies entstanden, zu enthalten, auf Spaltflächen mit winzigen Gipshäufchen bedeckt und durch zarte Pflanzenspreu gesprenkelt zu sein pflegen. Die Pflanzenreste sind in der Regel verkohlt, bzw. mit einem Kohlenhäutchen bedeckt, welches sich, wie es in milden Gesteinen der Fall zu sein pflegt, manchmal von den Negativabdrücken unversehrt abheben läßt. Aus einer solchen Lage stammen die folgenden von H. Engelhardt (Wiss. Mitteilg. aus B.-H., XII. Bd., 1912, S. 631) bestimmten Arten, die durchwegs auf wärmeres bis tropisches Klima hinweisen:

Poacites aequalis Ett.
Pinus heptios Ung. sp.
Glyptostrobus europaeus Heer

Libocedrus salicornioides Endl. sp.

Myrica lignitum Ung.

Quercus mediterranea Ung.

Cinnamomum Scheuchzeri Heer

Banksia haeringiana Ett.

Nicht minder veränderlich wie seine Begleitschichten, ist in der Bucht von Breza das Hauptflöz selbst. (Abb. 40.) Es ist überall stark von Zwischenmitteln durchwachsen, deren Zahl und Mächtigkeit schon auf geringe Distanzen zu wechseln pflegt. Reinere Kohlenbänke von 1·5 m Mächtigkeit gehören zu den Seltenheiten, meist bleiben die Bänke unter 80 cm, werden aber auch zu bloßen Schmitzen, wodurch naturgemäß Abbau und Aufbereitung ungünstig beeinflusst werden. Die Förderkohle ergibt durchschnittlich 60 bis 65 % Absatzkohle. Im allgemeinen nimmt die Vertaubung von Nordwesten gegen Südosten zu und steigert sich namentlich östlich des Stavnjatales vielfach zur Unbauwürdigkeit, so daß vorläufig dieser südliche Teil der Brezaer Bucht für die Kohलगewinnung nicht in Betracht kommt. Die Flözmächtigkeit nimmt von beiden Flügeln gegen die Mitte der Bucht und rascher vom Ausbiß gegen die Beckenmitte zu, womit aber nach den bisherigen Erfahrungen keine Besserung des Flözprofiles verbunden ist. Eher scheint das Umgekehrte zu gelten, nämlich daß bei abnehmender Flözmächtigkeit sich das Vertaubungsverhältnis günstiger gestaltet.

Nach dem Umbuge des Schichtenstreichens bei Smršnica in die östliche Richtung lassen sich Kohlenausbisse auf der Nordseite des Gradrückens: (670 m) zum Gorušatale verfolgen, in dessen rechter (westlicher) Lehne oberhalb des Friedhofes bei Slamenj das ostwestlich streichende Flöz unzulänglich aufgeschlossen ist. Auf der Ostseite des Gorušatales sind nördlich von Vjesolići das gleiche Streichen aufweisende und unter 35° nach Süden einfallende Flözausbisse beschürft worden (Abb. 40 c.) Die Ausrichtungen von der Grube in Breza werden hierher vorgetrieben. Überall herrscht ostwestliches Streichen mit unbedeutenden Ablenkungen nach Süden. Im engeren Grubenbereiche haben die Vorbau-strecken in allen Horizonten einen südnördlich streichenden Sprung von rund 30 m Seigerhöhe angefahren, welcher eine natürliche Scheide zwischen dem östlichen und westlichen Baufelde ist. Das letztere ist vorzugsweise durch Ver-

würfe des meridionalen Systems mehr gestört als das erstere, hingegen scheint sowohl Flözbeschaffenheit als auch Kohlenqualität diesem gegenüber eine Besserung zu erfahren.

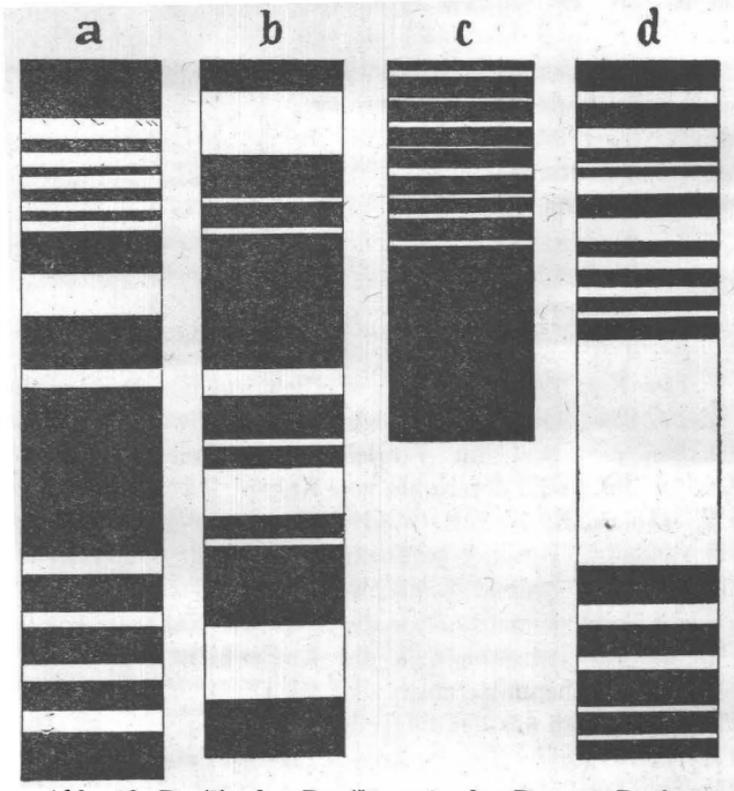


Abb. 40. Profile des Bauflözes in der Brezaer Bucht.

a = Profil des Flözes im I. Stollen des Ostrevieres der Brezaer Grube, vom em. Werksvorstande *Karlon* als Normalprofil bezeichnet. Die Mächtigkeit des Flözes beträgt 5·5 m. *b* = Profil des vom VII. Bohrloch im Stavnjatala bei Mahala durchsunkenen 5·2 m mächtigen Flözes. *c* = Profil des Bauflözes am Ausblß bei der Quelle N. von Vjesolici. Die ganze Mächtigkeit beträgt hier 2·7 m. Die 1·4 m mächtige Liegendbank führt fast reine Kohle. *d* = Profil des 5 m mächtigen Flözes SW. vom Dorfe Popovici, 2 Kilometer nordöstlich von der Eisenbahnstation Podlugovi der Bosnatalbahn. Die mittlere taube Bank ist 1·6 m stark; von den zahlreichen Kohlenschmitzen der 2 m mächtigen Hangendpartie und 1·4 m messenden Liegendpartie des Flözes erreicht keiner 30 cm Stärke.

Die Braunkohle von Breza ist zwar durchschnittlich von weniger schönem Aussehen und etwas minderer

Qualität als die Kohle der Kakanjer Bucht und von Zenica, zählt aber bei ihrem Heizwert von 4000 bis 5000 Kalorien immerhin zu den besseren Braunkohlen. Ihre Zusammensetzung ergibt sich aus den Elementaranalysen der Tabelle auf S. 176. Wie daraus ersichtlich, hängt der kalorische Effekt der Kohle hauptsächlich vom Aschengehalt ab.

Über die Beschaffenheit der Asche der Brezaer Kohle liegt die folgende Partialanalyse vor:

Kieselsäure	37·55 %
Eisenoxyd	21·20 „
Tonerde	14,35 „
Manganoxyde	Spuren
Kalk	15·43 „
Magnesia	1·71 „
	Summe ..90·24 %

Der Rest (9·76 %) dürfte ähnlich wie bei den Aschen anderer Braunkohlen hauptsächlich auf Schwefelsäure und Alkalien entfallen. Im Vergleiche zur oben mitgeteilten Analyse der Asche der Kohle von Kakanj fällt der um rund 4 % höhere Kieselsäure- und Kalkgehalt bei gleichfalls um rund 4 % geringerem Tonerdegehalt auf. Trotzdem ist die Asche der Brezaer Kohle, wenngleich sie auch schlackt, weniger leicht schmelzbar wie die Asche der Kakanjer Kohle. Daß die Aschenbestandteile der Kohle nicht einfach fein verteilte Zwischenmittelmassen sind, wie zuweilen angenommen wird, ergibt sich aus den folgenden Partialanalysen: *a*) eines mergeligen Kohlenschiefer-Zwischenmittels aus dem Bauflöze im natürlichen und *b*) desselben Gesteines im gerösteten (ausgeglühten) Zustande.

	<i>a</i>	<i>b</i>
Kieselsäure	11·52 %	25·50 %
Eisenoxydul	0·72 „	—
Eisenoxyd	—	1·59 „
Tonerde	21·28 %	47·10 %
Manganoxydul	Spur	Spur
Kalk	10·25 „	22·69 „
Magnesia	0·31 „	0·69 „
	Summe ...44·08 %	97·57 %
Ergänzung auf 100 % ..	55·92 „	2·43 „

Die quantitativ nicht bestimmten Bestandteile in *b*) dürften hauptsächlich Alkalien, Sulfate und Metalloxyde

sein. Bringt man die ganze Menge bei *a*) in Abzug, so erfordert die Ergänzung dieser Analyse noch 53·49%, die sich wohl wesentlich auf Kohlensäure, Wasser und Bitumen (Kohle) verteilen. Leider ist aus der Partialanalyse nicht zu entnehmen, in welcher Form der im Vergleiche zur Kieselsäure relativ sehr hohe Tonerdegehalt im Gesteine vorhanden ist. Man könnte an ein Tonerdehydrat denken. Im Gegensatz hierzu weist die obige Aschenanalyse einen sehr niedrigen Tonerdegehalt und zugleich, abgesehen von der beträchtlicheren Kieselsäuremenge, einen so hohen Eisenoxydgehalt auf, daß schon allein mit Rücksicht auf diese Bestandteile der Anteil einer Substanz von der Zusammensetzung des analysierten Zwischenmittels in der Kohlenasche nur sehr geringfügig sein kann und die Asche in der Hauptsache von ganz anders beschaffenen, der Kohlenmasse beigemengten mineralischen Bestandteilen herrühren muß.

Östlich des Stavnjatalles lassen sich in dem generell südwärts streichenden Ostflügel der Brezaer Bucht bis über Misoča hinaus Flözausbisse verfolgen, die zum größten Teil wohl der Fortsetzung des Brezaer Bauflözes angehören. Bei der Spärlichkeit genügend offener natürlicher Aufschlüsse läßt sich darüber jedoch nur durch künstliche Einbaue Klarheit erlangen, wie oben bereits mit Bezug auf die Liegend-Schichtenzone dargelegt wurde. Einige von den Flözausbissen wurden übrigens oberflächlich beschürft, wobei überall die vorhin erwähnte starke Vertaubung konstatiert wurde. Als Beispiel sei das Profil des Flözes bei Popovići nordöstlich von der Eisenbahnstation Podlugovi angeführt. (Abb. 40 *d*). Die Mächtigkeit des Flözes beträgt hier am Ausbiß 5 *m*, ist also ungefähr die gleiche wie bei Breza, die Mitte des Flözes (1·6 *m*) ist jedoch völlig und die Hangendpartie mehr als zur Hälfte vertaubt. Das Einfallen des Flözes ist mit 15° Neigung nach Westen gerichtet, welche Lagerung mit geringen Änderungen bis nahe zur Bosna anhält.

Die petrographisch und paläontologisch bezeichnenden Begleitschichten des Bauflözes sind im südlichen Abschnitte der Brezaer Bucht und namentlich in dem südöstlich anschließenden, sich gegen Sarajevo und zum Fuße des Igman erstreckenden Teile der Ablagerung nicht mehr vorhanden. An ihre Stelle treten zuweilen Mergel und Süßwasserkalke von anderem und untereinander wieder so verschiedenem Gepräge, daß eine einheitliche Entstehung

Elementaranalysen der Braunkohle des Bauflözes von Breza.

Herkunft und Sorte der Kohle	Zusammensetzung in Prozenten							Berechneter oder kalorimetrisch bestimmter Heizwert in Kalorien
	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff, Stickstoff u. a.	Gesamtschwefel	Verbrennlicher Schwefel	Hygroskop. Wasser	Asche	
Reine Kohle vom Ausbiß	57·55	3·71	15·89	?	0·95	16·70	5·20	5051
Desgleichen aus dem Ostrevier	58·64	3·79	17·21	1·24	0·71	15·40	4·25	5100
Stückkohle aus dem Stollen I	54·82	3·61	14·72	3·56	3·05	13·80	10·00	4923
Ebenso, Westrevier	54·71	3·74	14·23	2·08	1·57	14·85	10·90	4940
Kohle aus dem Bohrloch 3	53·56	3·41	13·59	2·27	0·79	13·90	14·75	4752
Mittelkohle, Ostfeld	52·04	3·33	12·85	4·68	3·78	16·40	11·70	4704
Nußkohle	46·01	3·97	11·89	?	2·31	14·74	21·08	4370
Kleinkohle	42·01	3·06	12·78	2·82	?	16·65	25·50	3840
Desgleichen	38·38	3·06	11·13	2·42	?	16·50	30·93	3592

und ein kontinuierlicher Zusammenhang dieser Bildungen ziemlich ausgeschlossen erscheint. Offenbar handelt es sich um Sedimente, die lediglich in einzelnen räumlich beschränkten, versumpften Partien des im übrigen von tieferem und von Strömungen bewegtem Wasser erfüllten Ablagerungsbeckens zum Absatz gelangten. Da die Flözbildung naturgemäß auf solche moorige Stellen beschränkt war, kann auch die Kohlenführung in diesem südöstlichen Teile der Zenica-Sarajevoer Ablagerung nicht zusammenhängend sein. Tatsächlich haben sich alle bisherigen Kohlenfunde in diesem Gebiete als zusammenhanglose, verschiedenen Horizonten angehörige Lager und Schmitze erwiesen, die einzeln allerdings auch relativ beträchtliche Ausdehnung besitzen können, aber trotzdem zum beiweitem größten Teile ohne montanistischen Belang sind.

In eine niveaubeständige Stufe, die als Vertretung der Hauptflözgruppe von Zenica aufgefaßt werden könnte, lassen sich diese Kohlenvorkommen, zu welchen auch jene des Kondžilogebietes und bei Čakalovići nordwestlich von Visoko zuzuzählen sind, in deren Hangendem stellenweise, z. B. bei Maurovići, Lagen von faust- bis kopfgroßen Schwefelkies-(Markasit-)Knauern auftreten, nicht zusammenfassen, sondern sie haben nur die Bedeutung untergeordneter Einschaltungen innerhalb der mächtigen Schichtenfolge der in der Sarajevoer Ausbuchtung des großen Ablagerungsbeckens herrschenden, von einzelnen Konglomeratbänken durchsetzten sandigen Mergel- und Sandsteine sowie der mehr oder weniger sandigen Tegel, welche die ganze mittlere Schichtenzone repräsentieren. Geringe Kohlen-schmitze, manchmal auch nur einzelne verkohlte Stämme, pflegen von den Mergeln oder Tegeln direkt umhüllt zu werden, mächtigere und anhaltendere Kohlenlager hingegen werden gewöhnlich von etlichen Mergel- oder Süßwasserkalkbänken begleitet, die beweisen, daß hier zur Versumpfung neigende Seichtstellen bestanden, während in den ersteren Fällen die Sedimentation im nicht stagnierenden, wenn auch nicht lebhaft rinnenden Wasser erfolgte. Damit steht auch die Fauna der Schichten im vollsten Einklang. Von Resten niederer Tiere sind außer *Cypris*-Schalen alle anderen selten; hingegen kommen in den Tegeln und Sandsteinen verhältnismäßig häufig Abdrücke von Fischen vor, u. zw. durchwegs von Arten, die, sonst im Meere lebend, besonders zur Laichzeit

in den Flüssen hoch hinaufwandern. Ihr Vorkommen bei Sarajevo, Visoko, Kakanj, Lašva und wohl an manchen anderen Punkten beweist, daß der Zenica-Sarajevoer oligomiozäne Binnensee mit dem Meere in Verbindung stand, wahrscheinlich dadurch, daß aus ihm Abflüsse zum Meere führten. Es läßt sich heute zwar noch nicht entscheiden, nach welcher Richtung die Abflüsse stattfanden; nur soviel ist ziemlich sicher, daß sie nach Westen zur heutigen Adria, die damals selbst noch Festland war, nicht gerichtet waren. In den Tegelizegeleien bei Sarajevo ist bereits eine erhebliche Anzahl von Fischresten gefunden worden, darunter etliche von bedeutender Größe, jedoch gelingt es nur in Ausnahmefällen, sie in entsprechender Erhaltung zu erwerben. Von älteren Funden sind von Fr. Siebenrock beschrieben worden:⁷¹⁾

aus den Tegeln von Sarajevo die Lippfische und Barsche

Labrax longiceps Siebenr.

Lab. bosniensis Siebenr.

Serranus gracilispinis Siebenr.

Dentex sp.;

aus dem schiefrigen Sandstein zwischen Janjici und Lašva:

Labrax Steindachneri Siebenr.

Unter den jüngeren Erwerbungen scheinen sich einige neue Arten zu befinden.

Die Flora dieser Schichten besteht hauptsächlich aus Blattabdrücken von Dicotyledonen, wozu sich nur wenige Moncotyledonen, darunter Palmen (*Amesoneuron* Göpp., *Sabal* Ad.) und Gymnospermen gesellen, die von H. Engelhardt in mehreren Arbeiten, deren deutsche Ausgabe zum Teile noch aussteht, beschrieben wurden.⁷²⁾ Zusammen mit den Fischresten findet sich in den Tegeln der Ziegeleien in Koševo bei Sarajevo am häufigsten *Fagus ferruginea fossilis* Nath. Aus teils gleich alten, teils jüngeren Sandsteinschichten von Janjici, Kondžilo potok, Visoko, Goduša und aus mergeligen Einschaltungen im Liegend der Konglomerate am rechten Lepenicaufer bei Dautovci südlich von Visoko

⁷¹⁾ Wissenschaftliche Mitteilungen etc., VII, 1900, S. 683.

⁷²⁾ Wissenschaftliche Mitteilungen etc., XII, 1912, S. 593; ferner Glasnik zem. muz. u Bosni etc., XXIV, 1912 und XXV, 1913.

stammen die übrigen von H. Engelhardt bestimmten Arten, worunter jene vom letztgenannten Fundorte, welcher mehrere seltene, in Bosnien zum erstenmal aufgetauchte Formen geliefert hat, besonders bemerkenswert sind. Da sie indessen mit der Kohlenführung in keinem engeren Zusammenhange stehen, wird von ihrer Aufzählung hier abgesehen.

Während die ärmliche Fauna der mächtigen psammischen Schichtenreihe auf tieferes strömendes Wasser hinweist, gehören die mannigfaltigen und zuweilen massenhaft vorhandenen Tierreste der die Kohle begleitenden Mergel und Süßwasserkalke überwiegend einer Sumpff fauna an, charakterisiert durch *Planorben*, *Melanopsiden* und *Limnaeen* wozu sich stellenweise, besonders in den höheren Schichten, auch *Melanien* und *Congerien* gesellen. In der Flora der Mergel und Süßwasserkalke herrschen Monocotyledonen und Gymnospermen absolut vor, während von Dicotyledonen bis jetzt nur unbestimmbare Blattfetzen gefunden wurden. (Vgl. weiter unten.)

Von den nicht seltenen und in Zufallsaufschlüssen bald da, bald dort sich zeigenden Kohlenvorkommen sei trotz ihrer praktischen Belanglosigkeit ihres anderweitigen Interesses wegen auf einige im Stadtgebiete von Sarajevo und dessen nächster Umgebung erschlossene hingewiesen.

Der größte Teil der Landeshauptstadt liegt auf den besprochenen oligomiozänen Binnenlandbildungen, nur die östlichen höheren Gassenzüge beiderseits der Miljačka (Kastell und oberer Alifakovac) sowie die südlichsten Häusergruppen liegen auf der Triasumrandung des Tertiärbeckens. Die Trias besteht im Weichbilde der Stadt überwiegend aus verschiedenen Kalken, deren Unterlage zwar überall Werfener Schichten bilden, die jedoch nur unterbrechungsweise in geringem Ausmaße zutage kommen. Die Tertiärbildungen erstrecken sich an den Triaslehnen teilweise hoch hinauf, welche relative Hochlage dieser Randpartien hauptsächlich durch die staffelförmige Absinkung der beckeneinwärts gelegenen Partien bewirkt ist. Die Randbildungen sind teils Konglomerate und Sandsteine, teils Mergel; darüber folgen Tegel, welche den Untergrund fast derganzen Stadt beiderseits der Miljačka vom Rathaus und Konak westwärts bis zur Peripherie in Dolac und Kovačići bilden. In diesen Tegeln ist oberhalb des Klosters Bethanien in Koševo

ein von Schieferthon begleitetes und durchsetztes Kohlenflözchen eingeschaltet, welches flach westwärts einfällt. Am Mali Alifakovac wurde bei einem Kanalbau ein kaum eine Spanne starker Schmitz lignitischer Kohle angefahren, welcher zwischen lichte Mergel eingeschaltet war und eine Süßwasserkalkplatte zum höheren Hangenden hatte. Die Schichten fallen unter 20° nach Nordwesten ein.

Beachtenswerter sind die in Sarajevo durch Bohrungen erzielten Kohlenaufschlüsse. Mehrere Wasserbohrungen, welche auf dem Brauhausgrunde in der Konakgasse in Entfernungen von 90 bis 120 *m* vom Rande des Tertiärs angesetzt wurden, haben Kohlenschmitze durchsunken. Von einem dieser Bohrlöcher, welches eine Tiefe von 149 *m* erreichte, konnte ich dank dem Entgegenkommen der Direktion der Aktien-Brauerei die meisten Bohrgutproben untersuchen. Es ergab sich folgendes:

Vom Tage bis 8·22 *m* Teufe hielt wahrscheinlich alluvialer, mit viel Lehm und Terra rossa vermengter Schotter an. Von 8·22 bis 63·15 *m* Teufe wurde zum Teil grob sandiger und bei 60·10 *m* von einer Eisendeckelplatte durchsetzter Tegel durchsunken, worauf eine 49 *cm* starke Lage von mit Letten vermengtem Quarzsand und darunter eine 74 *cm* messende Bank unreiner lignitischer Kohle folgte, die eine 3·52 *m* mächtige Wechselfolge von Mergeln und Sandstein zur Unterlage hatte. Darunter lag abermals eine 60 *cm* starke Bank halblignitischer Kohle und unter dieser bis zu 76·33 *m* Teufe eine von zwei 2·75 und 2·07 *m* mächtigen Konglomeratbänken durchsetzte Mergelreihe; darunter eine 57 *cm* starke Süßwasserkalkbank und unter dieser zwei 30 *cm* und 60 *cm* mächtige, durch eine 1 *m* starke Zwischenschaltung von grauem Mergelkalk voneinander getrennte Kohlenbänke, deren untere sich stark vertaubt zeigte. Es wurde somit von 63·64 bis 78·80 *m* Teufe eine völlig unbauwürdige Gruppe von vier Kohlenbänken durchteuft, deren Gesamtmächtigkeit 2·24 *m* beträgt, während auf die tauben Zwischenschichten 12·92 *m* entfallen. Im Liegenden dieser kohlenführenden Reihe hielt das Oligomiozän noch bis 137·6 *m* Teufe, also auf 58·8 *m* an, wovon jedoch die letzten 10 *m* hauptsächlich aus teilweise breccienartig verfestigten Trümmernmassen bestanden, deren Entstehung wohl mehr auf die mit der Einsinkung des Tertiärs verbundenen Ableitungsvorgänge als auf die ursprüngliche zerrüttete

Beschaffenheit der tertiären Erosionsbasis zurückzuführen ist. Im übrigen waren die Liegendschichten des Tertiärs fast nur Kalkkonglomerate von wechselndem Korn und verschiedener Härte. Die letzten mit Bestimmtheit als dem Binnenlandtertiär angehörig deutbaren Bohrgutproben waren mit der Tiefenangabe 125, 128·7 und 133·8 *m* bezeichnet. Es waren in dieser Reihenfolge: lichtgelber fester Süßwasserkalk, grauer Mergel mit kohligen Pflanzenfetzen und bräunlicher Süßwasserkalk mit Spuren von Zweischalern. Das nächstfolgende Gestein aus 139·3 *m* Teufe war bereits sicherer Werfener Sandstein, der sodann bis zur Einstellung der Bohrung anhielt, jedoch zwischen 142·2 und 142·7 *m* von einer mit Dolomitbrockenwerk erfüllten Wasserkluft durchsetzt wurde, durch deren Anfahrung der Zweck der Bohrung erreicht war.

Eine ähnliche, nur an Konglomerat- und Süßwasserkalk einschaltungen ärmere Schichtenfolge durchsank eine im Sarajevsko polje bei der Dampfmaschine unternommene Tiefbohrung, von welcher ich leider nur wenige Bohrgutproben untersuchen konnte. Zwischen 76 und 121 *m* Teufe wurde dreimal Kohle angetroffen, zuerst zwei Schmitze von 10 bis 15 *cm* Stärke und in 121 *m* eine angeblich etwa 40 *cm* mächtige Bank von lignitischer Kohle von schwarzer Farbe und lebhaftem Glanz, die von mergeligem Sandstein bedeckt und von härterem, kalkigem Gestein (Süßwasserkalk?) unterlagert war. Eine Bohrgutprobe aus 184·2 *m* Teufe bestand ausschließlich aus Brocken von typischem Werfener Schiefer. Es liegt also auch hier das Triasgrundgebirge schon in verhältnismäßig geringer Tiefe unter dem Binnenlandtertiär, welches zwar Kohlenschmitze, aber keine abbaufähigen Flöze enthält. Das gleiche dürfte vom ganzen oligomiozänen Terrain vom Sarajevsko polje bis Visoko gelten, wo zwar einige Flözausbisse vorhanden sind — ein mächtigerer z. B. auf der linken Seite der Bosna am Ostabfalle der Tičija glava (806 *m*) bei Metaljka — jedoch in so verschiedenen Horizonten und in so verschiedener Entwicklung, daß sie schon dadurch als eng begrenzte, selbst bei befriedigender Mächtigkeit für eine anhaltende Gewinnung nicht ausreichende Lokalbildungen gekennzeichnet sind.

Das bedeutendste Kohlenvermögen ist nach unserer heutigen Kenntnis in der südöstlichsten Randaus-

buchtung der Ablagerung vorhanden, die sich südlich von Sarajevo über Lukavica bis Vrela erstreckt, was ein weiterer Beleg dafür ist, daß mächtigere Flözbildung nur in ruhigen, zur Vermoorung geeigneten seichten Buchten des ursprünglichen Seebeckens stattfinden konnte. Die überwiegend mergeligen Sedimente des Binnenlandoligo-miozäns liegen in dieser Ausbuchtung fast durchwegs hellen Kalken der mittleren Trias und nur stellenweise auch Werfener Schichten auf, von welchem Grundgebirge sie im allgemeinen gegen die Beckenmitte zu abfallen. Kohlenausbisse sind an mehreren Stellen beiderseits des Lukavicaales, namentlich aber zwischen Kobiljdo und Vrela vorhanden, wo sie vor einigen Jahren mittels Röschen und Stollen ziemlich intensiv beschürft wurden. Die Ausbisse nahe des südlichsten Randes der Ablagerung sind teilweise ausgebrannt. Das unter zirka 20° nach Westen einfallende Flöz ist hier durch ein etwa 0.5 m starkes Zwischenmittel in zwei Bänke getrennt. Der weiter nördlich in der rechten Lehne des nordwärts zur Kazidolska rjeka abfließenden Baches nach 7 St. vorgetriebene Hauptschurfstollen war 48 m lang und durchörterte im Tagstück bunte Tone mit Konglomerat- und Mergeleinschaltungen sowie ein Congeriennest, alles in verworrenen Lagerung, die mehr durch lokale Rutschungen als durch durchgreifende Störungen bewirkt worden zu sein scheint. Hingegen wurde die ruhiger gelagerte, nach 19 St. unter 25° einfallende flözführende Scholle sowohl von dieser Partie als auch vom Grundgebirge, welches hier von Werfener Schiefen gebildet wird, durch Verwerfer geschieden. Das Flöz ist durchschnittlich 2 m mächtig und abgesehen von einigen anderen, nicht anhaltenden, tauben Mitteln von einer stärkeren, am steil nach Nordosten einfallenden Randverwurfe verkieselten Mergeleinschaltung durchsetzt. Das Liegende bilden Mergel mit zerpreßten *Limnaeen*, das Hangende zunächst eine 20 cm mächtige Bank von plattigem, festem, eisenschüssigem Süßwasserkalk, ganz erfüllt mit verkohlten Resten von *Glyptostrobus europaeus* Heer, namentlich Blüten und Zapfen tragenden Zweigen, und in einzelnen Lagen auch reichlich *Potamogeton*-Blattabdrücke enthaltend, darüber graublauer Mergel mit *Melanopsiden* und *Planorben*, ferner eine Süßwasserkalkschicht und dann bis zum Tage sandige Mergel.

Die Kohle ist Lignit von schwarzbrauner Farbe und an sich mattem Glanz, jedoch mehrfach von Glanzkohlen-

schmitzchen durchzogen. Sie läßt sich in großen Klöttern gewinnen, blättert beim freien Lagern etwas auf, zerfällt jedoch nicht leicht. Die Elementaranalyse ergab:

Kohlenstoff	47·17 %
Wasserstoff	3·65 „
Sauerstoff, Stickstoff u. a. . .	19·84 „
Gesamtschwefel	1·24 „
Verbrennlicher Schwefel	0·50 „
Hygroskop. Wasser	21·03 „
Asche	7·81 „
Heizwert	3940 Kal.

Bei dem relativ geringen Aschen- und Schwefelgehalt wäre die Kohle für Hausbrandzwecke gut geeignet und wenn sie auch den sonstigen Kohlen Mittelbosniens in der Qualität nachsteht, fände sie doch mit Rücksicht auf die Lage des Vorkommens in der Nähe der Landeshauptstadt zweifellos genügenden Absatz. Da sich jedoch die Abbauverhältnisse schwierig gestalten würden und die Flözerstreckung infolge von Störungen und Abtragungen nicht ausreichend anhaltend zu sein scheint, um eine größere Anlage auf entsprechend lange Zeit mit Sicherheit alimentieren zu können, wurde von der Einleitung eines Abbaues Abstand genommen.

Ganz analog, wie die mächtige Schichtenreihe der Mergel, Sandsteine und Tegel in der im vorstehenden behandelten Visoko-Sarajevoer Erstreckung eine psammitische Vertretung der ganzen mittleren Schichtenzone der Zenica-Sarajevoer Braunkohlenablagerung ist, aber trotz ihrer unmittelbaren Auflagerung auf dem Grundgebirge doch vorzugsweise den oberen Schichtenstufen von Zenica entspricht, verhält es sich mit einer am anderen, nordwestlichen Ende des Ablagerungsbeckens direkt auf dem Grundgebirge transgredierenden Schichtenreihe, die wieder wesentlich die untere Abteilung der mittleren Schichtenzone, nämlich die Hauptflözgruppe mit ihren Begleitschichten vertritt und lediglich eine durch die lokalen Verhältnisse bedingte, mit dieser heteropische Bildung darstellt. Beweis dessen: daß sie mit den psammitischen Hangendstufen im gleichen Verbands steht wie die Hauptflözgruppe im engeren Bereiche von Zenica, nur daß die Stufe der schüttigen Mergel bis auf geringste Mächtigkeiten reduziert ist, während die Hangendkonglomerate, die aus der Gegend von Zenica

herübergreifen, wie dort entwickelt sind. Die von E. v. Mojsisovics (Grundlinien etc. I. c., S. 52) geäußerte Ansicht, daß diese Schichten bedeutend jünger als die flözführende Reihe von Zenica seien, hat sich als unzutreffend herausgestellt.

Die Bruchlinie, welche die Zenica-Sarajevoer Braunkohlenablagerung auf der Westseite begrenzt, streicht nordwestwärts bis zum Fuße der Vlašić planina bei Putičevo. Bis hierher erstrecken sich die oligomiozänen Binnenlandbildungen, welche auf der Ostlehne des vorgeschobenen Kotol-Berges bei Travnik (1021 m) ziemlich hoch hinanreichen und sich nordwärts bis Maline, Podvinci, Čukle und Stranjani erstrecken, wo sie in die Bucht von Zenica übergehen. Von der Umrandung, die rundum von verschiedenartigen Kalken und Dolomiten gebildet wird, die größtenteils der Kreide zugehören, beckeneinwärts bis Grahovčići, Brajići und Zabilje, also in der weiteren Umgebung von Gučagora, herrschen hauptsächlich Mergel und Süßwasserkalke, welche mindestens zwei von Schiefertönen und Letten begleitete Kohlenflöze oder Schmitze einschließen und bei den genannten Orten unter die sich weiter südwestlich im Zusammenhange ausbreitende Konglomeratdecke untertauchen. Die Überlagerung der Mergelstufe durch die Konglomerate, die einstens weit nach Norden reichten, da man Reste noch bei Podovi und Vranići antrifft, ist namentlich im Bilatale bei Brajići, Dolac und Bila (Klaičići) sowie zwischen Brajkovići und Grahovčići an vielen Stellen klar zu beobachten, wobei es zumeist den Anschein hat, wofür übrigens auch die Reste am nördlichen Beckenrande zeugen, daß die Konglomerate über den Mergeln diskordant transgredieren, wodurch sich die flözführende Schichtenreihe noch deutlicher als ziemlich gleichaltrige Lokalentwicklung jener von Zenica erweist.

Die tiefsten, dem Grundgebirge unmittelbar aufliegenden oder, wie bei Mosor südwestlich von Gučagora, an ihm abgeglittenen Schichten des Oligomiozäns pflegen hellgraue sandige Tegel zu sein, die von bituminösen, bankigen, harten Mergelkalken überlagert werden. Darüber folgen sandige mürbe Mergel, die häufig Faltungen und sonstige Stauchungserscheinungen aufweisen und ein von Letten begleitetes, in der Regel geringmächtiges Glanzkohlenflöz einschließen. Weiter aufwärts folgen bräunliche oder gebänderte Kalksinter.

die namentlich bei Gučagora verbreitet sind, wo deren härtere Bänke als Baustein gewonnen werden. Über ihnen liegt ein zweites Flöz, welches, von mürben Mergeln begleitet, offene Mächtigkeiten bis zu 3 m zeigt und mindestens stellenweise von lignitischer Beschaffenheit und zum Teil verschiefert ist. Es folgen dann kurzbrüchige, graublau, braun verwitternde Mergel, auf welchen die Konglomerate liegen, die am Übergange so zerrüttet zu sein pflegen, daß es aussieht, als wenn Kalkgerölle mit dem Zersetzungslehm der Mergel vermengt wären. Erst weiter aufwärts entwickeln sich feste, mächtige Bänke, aus welchen alle die vielgestaltigen, meist scharf geformten Gipfel bestehen, die sich, von der Pečarnica (964m) überragt, zu der abwechslungsreichen Berglandschaft gruppieren, die sich allmählich südwärts zur Lašva und ostwärts zur Bosna herabsenkt.

Diese Schichtenfolge ist keineswegs überall gleich entwickelt, sondern stellt nur eine Norm vor, die mancherlei Änderungen unterliegt. Besonders die Süßwasserkalksinter sind nur lokale Bildungen, die in der südlichen Erstreckung fehlen, wo wieder mehr lichtgelbe bis weißliche tonige Mergel verbreitet sind, die anscheinend mehrere Kohlenbänke einschließen. Die Lagerung ist, abgesehen von mehrfachen Verwerfungen, im allgemeinen halbmuldenförmig, indem das Schichteneinfallen vom Rande gegen die Beckenmitte gerichtet und am Rande steil (bis 60°), in der Mitte flach ist.

Flözausbisse sind an zahlreichen Punkten bekannt, insbesondere in der nördlichen Randpartie bei Podovi und Čukle; dann südlicher im Osten von Mosor unterhalb der dortigen Quellen; im Randonjić-Bache oberhalb Gučagora; im Poljanica-Riede; bei Brajkovići, wo die Kohle von den Bauern zum Zwetschkentrocknen gewonnen wurde; auf beiden Flanken des Bilatales, wo sie von der Straße mehrfach gequert werden; bei Pokrajčići und wohl noch anderwärts. Die Aufschlüsse sind jedoch zumeist so mangelhaft, daß es vorläufig nicht möglich ist, die Ausbisse mit Sicherheit auf bestimmte Flözhorizonte zu beziehen, zumal auch weder die Beschaffenheit der Kohle noch die Fossilienführung dazu eine verlässliche Handhabe bietet. Denn glanzkohlenartige Braunkohle scheint mit solcher von lignitischer Textur im gleichen Flöz aufzutreten und die Fossilienführung ist gewöhnlich dürftig und indifferent, bestehend in den Flözen und ihren oft reichlichen Zwischenmitteln zumeist

aus zerpreßten *Planorben* und *Limnaeen*, in den Liegendmergeln hauptsächlich aus *Helicidaeen* und stellenweise *Unioniden*. Wohlerhaltene Pflanzenreste sind bis jetzt nicht gefunden worden. Im großen ganzen ist dieses Randgebiet der Zenica-Sarajevoer Braunkohlenablagerung trotz der relativ guten Qualität der Kohle montanistisch nicht viel versprechend, weil die Mächtigkeit und Gliederung der Flöze stark wechselt und reine Kohlenbänke von mehr als 0·5 m Stärke selten angetroffen werden.

Die Glanzkohle⁷³⁾ hat die folgende Zusammensetzung:

Kohlenstoff	56·86 %
Wasserstoff	4·55 „
Sauerstoff, Stickstoff u. a. . .	22·74 „
Gesamtschwefel	1·26 „
Hygroskop. Wasser	12·80 „
Asche	3·50 „
Heizwert, berechnet	5048 Kal.

Andere Kohlenproben ergaben einen höheren Aschengehalt, aber auch die lignitischen Abarten einen Heizwert von über 4000 Kal.

* * * *

Bei einem Rückblick auf die im vorstehenden geschilderten Verhältnisse der mittleren Schichtenzone der Zenica-Sarajevoer Braunkohlenablagerung macht sich als auffallendste Erscheinung die durch die von Nordwest gegen Südost zunehmende Verdrängung der Sumpf- und Moorbildungen durch Sedimente tieferen, strömenden Wassers erklärliche, große Verschiedenheit der Flözführung geltend. Im engeren Bereiche von Zenica umfaßt die Hauptflözgruppe 7 bis 8 Flöze, wovon 3 bis 5 baufähig sind. Im südöstlichen Fortstreichen noch in der Zenicaer Bucht selbst vermindert sich dieser Reichtum schon bedeutend und in der Kakanjer Bucht ist er bereits auf ein einziges Bauflöz reduziert, welches fortab bis zu seiner Zersplitterung im Gebiete von Sarajevo als komprimierter Repräsentant der

⁷³⁾ Als Herkunftsort der Kohlenprobe, auf welche sich die Analyse bezieht, wird einmal Mosor, ein andermal Podovi angegeben.

so reich gegliederten Hauptflözgruppe von Zenica allein vorhanden bleibt. In den drei Buchten von Zenica, Kakanj und Breza liegt der bei weitem größte, auf rund 250 Millionen Tonnen zu schätzende Teil des unter den heutigen Verhältnissen abbaufähigen Kohlenvermögens der Ablagerung. Das vorhandene Kohlenvermögen ist natürlich viel größer. Die am südöstlichen und nordwestlichen Ende des Ablagerungsbeckens in den Randausbuchtungen entwickelte Flözführung ist mit der übrigen zwar homotax, jedoch durch den Einfluß der örtlichen Bildungsverhältnisse ungünstig verändert. Die dortige, zum Teil lignitische und minderwertige Kohle ist für die Gegenwart und die nächste Zukunft ohne bergwirtschaftliche Bedeutung.

c) Die Hangend-Schichtenzone mit den Hangendflözen.

Die Zusammenfassung der verschiedenen sich entlang des südwestlichen Randes der Zenica-Sarajevoer Braunkohlenablagerung stellenweise ausbreitenden jungtertiären Binnenlandbildungen in eine Hangend-Schichtenzone ist nicht durchwegs gleichwertig begründet. Soweit diese Bildungen der jüngsten Stufe der mittleren Schichtenzone, den Hangendkonglomeraten, diskordant auflagern, ist ihre stratigraphische Stellung allerdings zweifellos und zum großen Teile gilt das auch von den unmittelbar auf das Grundgebirge übergreifenden Partien der Transgressionsdecke. Anders verhält es sich jedoch mit Ablagerungen, die zwar von Konglomeraten umgeben sind, deren Verband mit ihnen aber nicht eindeutig klar liegt, so daß bis zur Schaffung ausreichender Aufschlüsse unentschieden bleiben muß, ob sie, wie es zumeist den Anschein hat, in die Konglomerate eingesenkt sind, oder ob sie trotz ihres jugendlichen Gepräges die Konglomeratstufe nicht etwa unterteufen und dann den Schichten von Gučagora an die Seite zu stellen wären. Letzteres könnte bei den Mergeln von Podgaj bei Kiseljak, von Bojna gorica östlich von Duhri, von Rakovica, von Mala Sotnica bei Brestovsko und von Krčevina östlich von Vitez der Fall sein. Soweit diese Bildungen kohlenführend sind, sollen sie im folgenden etwas eingehender, im übrigen aber nur behufs Vervollständigung des Gesamtbildes der Zenica-Sarajevoer Oligomiozänablagerung kurz besprochen werden.

Die nördlichste Partie der hierher gehörigen Sedimente breitet sich südwestlich von Zenica von der Höhe des Vjetrenica-Passes (675 m) zum Lašvatale herab aus. Sie beginnt in zusammenhängender Erstreckung bei Počulica und zieht südwestlich bis Krčevina, südostwärts bis über Lončari mahala hinaus. Außer im Süden, wo es Kalke und Dolomite des Grundgebirges zur Unterlage hat, von welchen es mehrfach, z. B. bei Ahmići, am Sušberge, bei Dubravica u. a., inselförmig durchbrochen wird, liegt das hiesige Jungtertiär überall auf den Konglomeraten der mittleren Schichtenzone auf, die ziemlich steil nach Südwesten verflachen, während die Jungtertiärbildungen ein flaches Einfallen besitzen. Sie bestehen anscheinend ausschließlich aus Tonen, die nur in günstigen Aufschlüssen eine Bankung erkennen lassen, welche ohne Regelmäßigkeit teils durch die verschiedene graublaue, weißlichgraue und gelbe Färbung, oder den größeren und geringeren Glimmergehalt, teils durch Einlagerungen von Schotterbändern oder durch sandig-limonitische, eisendeckelartige, plattige Ausscheidungen hervorgerufen, oder doch deutlicher ausgeprägt wird. Manche von diesen kaolinischen Tonen sind in mehr oder weniger hohem Grade feuerfest und werden für industrielle Zwecke, die schlechteren Sorten als Tüchfarbe gewonnen. Solche Tongruben befinden oder befanden sich, da mehrere bereits verlassen sind, bei Ahmići, Pirići, Nadioci, Topola und Dubravica. Sobald sich limonitische Konkretionen häufiger einstellen, oder der Ton an sich eisenschüssig wird, pflegt die Ausbeutung eingestellt zu werden. Die Tone kommen im Gelände nur fleckenweise zutage; meist sind sie von einer lehmigen Schotterdecke überdeckt und an einigen Stellen, wie bei Pirići, breiten sich auf ihnen Blockmassen aus, bestehend aus Phyllit-, Quarz- und Kalkblöcken, von welchen manche mehr als einen Meter im Durchmesser haben und sicher nicht aus dem zerrütteten Konglomerat der nördlichen Umgebung herkommen, was von den lehmigen Schottern bei Vrhovina, Počulica, Tolovići usw. immerhin angenommen werden könnte. Eher wäre bei den groben Blockmassen an diluviale, mit der Vergletscherung des südlich vorgelagerten Hochgebirges (Vratnica planina) zusammenhängende Blockströme zu denken, die älter sein dürften, als die weiter südlich und westlich das Tertiär bedeckenden und die Lašvaebene von Vitez begleitenden

altquartären Lehme und Schotter. Aus diesen tauchen am Rande der Ebene zahlreiche Dolomitinseln auf und zwischen ihnen bei Krčevina auch eine Scholle von dünnschichtigen, gelblichen, undeutliche Fossilien (*Melanopsis*, *Pisidium*) enthaltenden Süßwassermergeln, die nach Nordosten einfallen und möglicherweise das Liegende der Tone von Dubravica bilden. Kohlenführend scheint diese ganze nördlichste Erstreckung der Hangend-Schichtenzone nicht zu sein.

Auch südlich von der Eisenbahnstation Busovača hat sich eine von der Haupterstreckung abgetrennte kleine Partie der jungtertiären Tone erhalten, gewissermaßen als Zeuge dafür, daß hier die Hangend-Schichtenzone ehemals über das heutige Lašvatal nach Süden ausgebreitet war. Dann trifft man sie auf einer 18 km langen Strecke entlang des Südwestrandes der Ablagerung nicht an, bis erst wieder in der Nähe von Brestovsko, wo sie sich zum Teil in vollkommener petrographischer Übereinstimmung mit der Entwicklung unter der Vjetrenica und auch in öfters klar wahrnehmbarer diskordanter Auflagerung auf der Konglomeratstufe ostwärts gegen Lješevo ansehnlich ausbreitet und sich sodann im Ostgehänge des Mlava-Baches und des Fojnička-Flusses als schmaler Zug bis Podastinje bei Kiseljak erstreckt.

Im Gebiete von Brestovsko, namentlich im Rauševac-Riede und um Brezovine, herrschen lichtgraue, manchmal gelb verwitternde Tone, die jenen von Ahmići ähneln und wie diese durch verschiedene Färbung und Einschaltung von Lagen kleiner Quarz- und Eisenkieselgerölle eine Art Bankung erhalten. Bei Gunjaći werden sie fast weiß, kaolinreich, aber zugleich sandig und hart, wodurch sie für die gewerbsmäßige Verarbeitung unbrauchbar werden. Nördlich von Gunjaći verflachen die Konglomerate östlich bis nordöstlich, die Tongesteine aber südwestlich. Gleichartige Tone sind auch bei Grabovci und Lješevo verbreitet, wo sie nicht nur auf den Konglomeraten, sondern nördlich der Haupthäusergruppe des Dorfes auch auf den hier nach Nordosten einfallenden sandigen Mergeln der nächsttieferen Stufe diskordant aufliegen — der beste Beweis, daß sie tatsächlich einer transgredierenden jüngeren Decke, als welche sich die Hangend-Schichtenzone darstellt, angehören. Die kaolinische Beschaffenheit der Tone dieses sowie der benachbarten

Gebiete ist mit größter Wahrscheinlichkeit auf die Porphyre des südlich angrenzenden Gebirges von Kreševo zurückzuführen. Die Tone werden in zahlreichen kleinen Gruben gewonnen und in der landesüblichen, wiewohl primitiven, doch bewunderungswürdig geschickten Weise nicht ohne künstlerischen Formensinn von den einheimischen Töpfern verarbeitet. In Lješevo wohnen fast nur Töpfer, die jedoch den Ton nicht aus der näheren Umgebung, sondern von Brestovsko holen. Sie erzeugen Krüge, Töpfe und sonstiges Hausgeschirr, nebstdem aber auch dünnwandige Drainage- und Wasserleitungsröhren, zu welchen sie das beste, im gebrannten Zustande fast schneeweiße Material verwenden.

In der südöstlichen Erstreckung der Zone gegen Podastinje zu herrschen zwar ebenfalls tonige Schichten vor, es tauchen aber auch Mergel auf, leider zumeist in so gestörter Lagerung, daß ihr Verhältnis zur Konglomeratstufe ebenso wie ihr Verband mit der tonigen Hangend-Schichtenzone unklar bleibt. Bei Mala Sotnica z. B. liegt im Bach-einschnitte eine Mergelscholle, die steil nach Nordwesten einfällt, unmittelbar auf Phyllit, scheinbar im Liegenden der die Höhe westlich davon einnehmenden, jedoch sanft nach Nordengeneigten Konglomerate. Diese haben indessen ebenfalls Phyllit zur Unterlage und überdies werden südwestlich von der Džamia von Brestovsko sowohl die Konglomerate als auch die Mergel von unzweifelhaft der Hangend-Schichtenzone zugehörigen sandigen Tönen bedeckt. Da sich demnach Mergel und Konglomerate dem Liegenden und Hangenden gegenüber gleich verhalten, ihre gegenseitige Lagerung durch Störungen verworren ist und Fossilien nicht gefunden wurden, bleibt es vorläufig unentschieden, ob die Süßwassermergel der Hangend-Schichtenzone oder einer Liegendbildung der Konglomeratstufe angehören.

Ähnlich unklar liegen die Verhältnisse bei den oberen Mahalas von Gomionica und bei Podastinje, wo die gestörte Lagerung eine Abgleitung der Mergel gegen den Fluß zu möglich erscheinen läßt, wo aber auch eine wirkliche diskordante Unterteufung der Konglomeratstufe durch die Süßwassermergel, die dann natürlich nicht zur Hangend-Schichtenzone gezählt werden dürften, stattfinden könnte. Es ist zu bemerken, daß am Fuße der rechten Uferlehne der Lepenica unter Češenice und Podgaj (östlich von Kiseljak), angelagert an den südlichen Ausläufer der Triaskalkklippe

von Podastinje, Mergelkalke zutage kommen, die wohl sicher älter als die Konglomerate sind. Sie sind jedoch in ihrer Beschaffenheit von den besagten wahrscheinlichen Hangendmergeln verschieden. Denn während diese meist sandig und mürbe sind und durch Verwitterung rostbraun werden, sind die ersteren von graugelber Farbe, ziemlich hart, plattig spaltbar und enthalten lagenweise reichlich *Cypris*-Schalen und *Pisidien*, seltener kleine *hydrobienartige* Schnecken, wie derlei in den vermutlich zur Hangend-Schichtenzone gehörigen Mergeln bis jetzt nicht gefunden wurden. Diese haben lediglich in den hangendsten eisen-schüssigen sandigen Partien unbestimmbare Fischreste geliefert. An einigen Stellen im Norden und Nordwesten von Podastinje schließen sie Kohlenflöze ein, so insbesondere an den Stankovača, Podkrstac und Palika genannten Örtlichkeiten sowie auf der Südseite der Kruševska kosa (776 m). An der ersten Stelle unterhalb der Oblaže-Waldstrecke ist das Flöz am besten offen, weil Schmiede aus der Umgebung hier die Kohle mittels seichter Pingenbaue gewonnen haben. Das Flöz ist zirka 60 cm mächtig und führt eine Glanzkohle von schönem Aussehen. Es wird unterlagert von eisen-schüssigen sandigen Mergeln und überlagert von grauem L tten. Alle Schichten fallen unter mäßigem Winkel nach Nordwesten ein, also verschieden von den östlich benachbarten Konglomeraten, die südwestlich verflächen. Auf den anderen Ausbissen scheint das Flöz durchwegs kaum 50 cm mächtig zu sein und die Qualität der Kohle ist teilweise schieferig-lignitisch. Ein bergwirtschaftlicher Belang, außer für ganz lokale Zwecke, kommt somit diesem Kohlenvorkommen nicht zu.

Gegen 6 km in der Luftlinie südöstlich von Podastinje treten am Rande der Ablagerung bei Paratak und Bojnagorica, südöstlich von Duhri, abermals Süßwassermergel zutage, welche die Konglomerate von Draževići, die besonders in den tieferen Partien ziemlich viel hohle Gerölle enthalten und generell nach Südwesten einfallen, zwar zu überlagern scheinen, aber petrographisch gewissen Mergeln und Süßwasserkalken der Liegendschichtenzone von Breza gleichen und auch eine anscheinend übereinstimmende Fauna und Flora einschließen. *Sphaerium* (*Pisidium*?), *Limnaeus* und *Planorbis*, leider mangelhaft erhalten, sind nebst Blattfetzen von Dicotyledonen namentlich in den milderer Mergeln

von Bojna gorica stellenweise reichlich vorhanden, während die zum Teil rot gefärbten härteren Mergelkalke von Paratak schichtweise viel kohlige Pflanzenspreu und hauptsächlich *Planorbis* enthalten. Zu einer Flözbildung scheint es nicht gekommen zu sein, wenigstens ist nirgends ein Kohlenausbiß bekannt. Sowohl diese Mergel als auch die benachbarten Konglomerate transgredieren über den Werfener Schichten von Duhri, verhalten sich also dem Grundgebirge gegenüber gleich; die gestörte Lagerung gestattet vorläufig keine Entscheidung darüber, in welchem Altersverhältnis sie zueinander stehen, aber die Beschaffenheit der Mergel macht es wahrscheinlich, daß sie Sumpfbildungen sind, die schon vor der Ablagerung der Konglomerate vorhanden waren. Man hätte es hier demnach vielleicht mit einer lokalen Randbildung des ursprünglichen Zenica-Sarajevoer Seebeckens, jedoch nicht eigentlich mit einer Stufe der Hangend-Schichtenzone zu tun.

Rund 5 km weiter südöstlich sind am Kobilja glava-Sattel und nördöstlich davon um Rakovica abermals Bildungen entwickelt, die ganz so wie in der Ablagerung von Brestovsko-Podastinja zum Teil zweifellos jünger als die Konglomeratstufe sind, zum Teil jedoch nicht mit gleicher Bestimmtheit als über den Konglomeraten lagernd erkannt werden können. Die ersteren Schichten, zumeist Tone, sind allerdings ein sicheres Glied der Hangend-Schichtenzone, was jedoch von den mergeligen und Kohlen einschließenden Bildungen solange nicht gleich bestimmt behauptet werden kann, als ihr Verhältnis zu den Konglomeraten nicht zuverlässiger klargestellt sein wird, als es heute der Fall ist. Bei Rakovica scheinen sie unter den Konglomeraten hervorzutauchen.

Die Tone gleichen im allgemeinen jenen von Brestovsko, sind jedoch reichlicher von sandigen und kleinschottrigen Lagen durchsetzt und öfters eisenschüssig. Hellgraue bis fast weiße, feinschlammige Kaolintone dürften wohl analog, wie oben erwähnt, von den Feldspaten der Porphyre des Kreševica gebietes herzuleiten sein. Sie werden ebenso wie bei Brestovsko in kleinen Gruben, die sich hauptsächlich beiderseits der Straße in der Nähe des 23. km befinden, für Hafnereien und als Anstrichfarbe gewonnen. Vom Sattel der Kobilja glava (625 m), wo sie Werfener Schichten auf-

liegen, breiten sie sich entlang der Sarajevoer Straße bis etwas über die Džamija; südlich der Straße bis zum Stanjevac-Bache und nördlich bis zum westlichen Quellbächlein des Rakovica-Baches aus. Wo eine Schichtung vorhanden und ein Verfläichen abzunehmen ist, findet man es fläch nach Süden oder Südwesten gerichtet. Ungefähr das gleiche Einfallen besitzen Mergel, die man beim Aufstiege von der Džamia zum Dorfe Rakovica jenseits eines kleinen Triaskalkaufbruches bei den ersten Häusern des südlichen Dorfteiles im Liegenden der Tone antrifft und die sich dann quer über das Rakovicatal entlang des besagten Bächleins und nordwärts bis zu den Božići-Häusern und zum oberen Teile von Rakovica erstrecken. Diese Häusergruppen liegen auf Konglomerat, welches jedoch am Wege zur Gradina nureinige Hundert Meter lang anhält, worauf wieder Mergel auftreten, welche die Talmulde bis Briest und Zenik ausfüllen. Diese beiden, durch den von der Waldstrecke Grahovo zur Osoje-Kuppe (787 m) streichenden Konglomeratzug von einander getrennten Mergelpartien sind kohlenführend. Die Mergel sind zumeist gut geschichtet, von hellgrauer oder gelber Farbe, teils etwas sandig, tonreich und mürbe, teils kalkig und fest, auch in Süßwasserkalke übergehend. Lageweise sind sie reich an Fossilien, anscheinend zumeist Jugendformen verschiedener *Melanopsis*-, *Hydrobia*-, *Lithoglyphus*- und *Planorbis*-Arten, von welchen offenbar auch das Schalen gereibsel stammt, welches mit viel Pflanzenspreu und einzelnen Samen in den mürben Mergellagen nesterweise angehäuft vorkommt.

In der Rakovicaer Mergelerstreckung beißt ein Kohlenflöz im Bacheinschnitte gleich oberhalb der zweiten Mühle aus. Es ist ungefähr 2 m mächtig, in der Hangendpartie schieferig und vertaubt, in der Liegendpartie halblignitische Kohle von hübschem Aussehen führend. Das Flöz, welches eisenschüssige Mergel zum Liegenden und graue Tone zum Hangenden hat, läßt sich eine Strecke noch Südosten verfolgen, ob es aber mit einem schwachen Ausbiß bröckeliger derber Braunkohle auf der zum Zenik-Graben abdachenden Lehne oberhalb der Mühlen zusammenhängt, ist nicht sicher. Vielleicht handelt es sich um zwei verschiedene Flöze. Die erstere Kohle von schwarzbrauner Farbe, kleinschelligem Querbruch und ziemlich lebhaftem Glanz hat die folgende Zusammensetzung:

Kohlenstoff	48.56 %
Wasserstoff	3.22 „
Sauerstoff, Stickstoff u. a.	14.27 „
Gesamtschwefel	4.80 „
Verbrennlicher Schwefel	2.96 „
Hygroskop. Wasser	18.65 „
Asche	13.46 „
Heizwert	4540 Kal.

In der Zeniker Mergelerstreckung, wo das generelle Schichteneinfallen nach Nordosten gerichtet ist, sind Kohlenausbisse nur auf der rechten Bachseite bekannt. Unter der Gradina sind zwei ausgebrannte Flözbänke vorhanden und weiter südöstlich soll schöne Braunkohle mit über 1 m Mächtigkeit in einem Graben bloßgelegt worden sein. Zu ausgreifenderen Schürfungen boten die wenig versprechenden Vorkommen indessen bis jetzt keinen Anlaß.

Auch südlich des Rakovicatales, im Hügellande zwischen diesem und dem Žuljevinatale sowie auf der Ostseite dieses letzteren bei Hadžići breitet sich auf dem in diesem Gebiete allgemein herrschenden und in den Taleinschnitten überall anstehenden Trias- und Kreidegebirge eine durch Erosion in eine Anzahl isolierter Schollen zerlegte Decke von jungtertiären Bildungen aus, die der Hangend-Schichtenzone angehören. Sie bestehen vorwiegend aus unreinen Tonen und eisenschüssigen mürben tonigen Sandsteinen, beide mit linsen- oder bänderförmigen Einlagerungen von grobem Sand und Geröllen von Quarz, Kiesel-schiefer, Hornstein, Eisenkiesel u. dgl., welche an der abgewitterten Oberfläche schotterigen Boden erzeugen. Die sich am Tage in rostbraunen sandigen Lehm auflösenden Sandsteine sind kalkig und gehen in der Tiefe in blaugraue sandige Mergel über. Die tonigen Schichten gleichen stellenweise, z. B. bei Miševići, gewissen kaolinischen Tonen von der Kobila glava und von Ahmići, so daß ein petrographischer Zusammenhang mit der dortigen Hangend-Schichtenzone besteht. Die mürben Sandsteine haben viel Ähnlichkeit mit den Liegendsandsteinen der pliozänen Congerienschichten von Tuzla, wie überhaupt die ganze in Rede stehende zerstückelte Binnenlandtertiärdecke jugendliches Gepräge aufweist. Am besten aufgeschlossen ist die Scholle südlich des Rakovac-Baches, welche sich vom Bukovik potok über Miševići zur

Toviš-Höhe ausbreitet, dann die große Scholle, auf welcher die Kučići- und Milovki-Gehöfte nördlich der Eisenbahnstation Hadžići liegen, weniger die kleineren Schollen östlich von der Džamija. Kohlenausbisse sind hier nirgends bekannt.

* * *

Wie aus der vorstehenden Übersicht erhellt, ist die Hangend-Schichtenzone der Zenica-Sarajevoer Braunkohlenablagerung in montanistischer Beziehung ohne nennenswerte Bedeutung, weil, abgesehen von dem oben dargelegten Vorbehalte bezüglich der Alterszugehörigkeit, die geringmächtige Flözföhrung nur auf weit voneinander getrennte Gebiete von geringer Ausdehnung beschränkt und die Qualität der Kohle wechselnd und im Durchschnitt nur mittelmäßig ist.

Die außerordentliche bergwirtschaftliche Wichtigkeit, welche die Zenica-Sarajevoer Braunkohlenablagerung für Bosnien hat, beruht, wie zum Schlusse nochmals hervorgehoben sei, ausschließlich auf dem großen Kohlenvermögen der Liegend- und der mittleren Schichtenzone, besonders der letzteren.

2. Die Braunkohlenablagerung von Žepče-Novi Šeher.

In der Luftlinie rund 30 km bosnaabwärts von Zenica ist bei Žepče eine Braunkohlenablagerung entwickelt, die aus zwei nur durch einen schmalen Streifen zersetzter Tertiärschichten im Zusammenhange stehenden, ungleich großen Teilen besteht. Der nördliche Teil, welcher das vom Oberlaufe des Lješnica-Flüßchens durchzogene Talbecken einnimmt, in dessen ungefährer Mitte der Markt Novi Šeher liegt, ist gegen 60, der südliche, welcher sich im Osten und Norden von Žepče ausbreitet, samt den sich an ihn anschließenden isolierten Schollen kaum 15 km² groß. Kohlenführend sind jedoch nur Bruchteile dieser Flächen.

Das Grundgebirge, welchem beide am Sattel bei Kluge (Han Karaula, 437 m) zusammenhängenden Abschnitte der Binnenlandtertiärablagerung aufliegen, besteht hauptsächlich aus Serpentin, welcher die südliche, westliche und

nördliche Umrandung des Tertiärs bildet; ferner aus jungkretazischen (wenn nicht eozänen) tuffitischen Sandsteinen, die sich zwischen die beiden Abschnitte einschieben und jenen von Žepče im Osten ausschließlich begrenzen, während auf der Ostseite der Ablagerung von Novi Šeher auch noch flyschige Mergel, Sandsteine und Plattenkalke der gleichen Epoche hinzukommen.⁷⁴⁾ Die auf diesem Grundgebirge lagernden Oligomiozän-Bildungen sind stark aberodiert und namentlich an den Rändern vielfach derart aufgelöst, daß ihre Umgrenzung ziemlich unsicher wird. So läßt sich die Grenze des kohlenführenden Tertiärs nur im Osten und Norden von Novi Šeher scharf ziehen, während sie im Westen ziemlich verschwommen ist, weil in dieser Richtung die ursprüngliche Erstreckung offenbar viel weiter ausgedehnt war und Überreste und Spuren zurückgelassen hat, die zu der Ablagerung des Binnenlandtertiärs von Kamenica und Komušina an der Usora hinüberführen. Auf der Wasserscheide zwischen Usora und Bosna sind Lehme entwickelt, die zum größten Teil wohl tertiären Alters sein dürften, teilweise aber auch eluviale Zersetzungsprodukte der unterlagernden tuffitischen Sandsteine sein können. Dazu kommt, daß über den ziemlich gleichartigen lehmigen Zersetzungsprodukten sowohl der Tertiärschichten als auch mancher Gesteine des Grundgebirges strichweise Schotter ausgebreitet sind, von welchen sich meist nicht entscheiden läßt, ob sie von zerrütteten Konglomeraten des Tertiärs stammen, oder von anderwärtsher verschwemmt und vielleicht diluvial sind. Derlei überwiegend aus verschiedenen Kieselgesteinen bestehende, aber auch mancherlei wohl aus dem Serpentin-gebirge stammende, interessante Mineralblöcke enthaltende Schotter besitzen in der Ablagerung von Novi Šeher bei Beše, Ljubatovići, in der Ebene westlich des Ortes u. a., ferner im nördlichen Abschnitt der Ausbuchtung von Žepče größere Verbreitung. Sie werden hier stellenweise zur Straßenbeschotterung gewonnen. Bemerkenswert ist, daß die in den Schottern enthaltenen Kieselgesteine, hauptsächlich rote und grüne Radiolarite, in prähistorischen Zeiten in ausgedehntem Maße zur Anfertigung von Steinwerkzeugen benützt wurden.

⁷⁴⁾ Die ganze Gegend ist im II. Sechstelblatt „Tuzla“ meiner geologischen Karte Bosniens i. M. 1:200.000 dargestellt, ein Teil auch in dem 1911 erschienenen 3. Formationsumrissblatt „Gračanica-Tešanj“ 1:75.000.

Das Becken von Novi Šeher warein Hauptsitz dieser neolithischen Industrie Bosniens.

Die Gesteine, welche sich am Aufbau der Braunkohlenablagerung von Žepče-Noví Šeher beteiligen, können in zwei Gruppen geschieden werden: eine untere, bestehend vorzugsweise aus Konglomeraten und Sandsteinen, und eine obere, kohlenführende, deren Hauptgesteine Mergel und Letten sind. Die Liegendkonglomerate, welche nur am Nordost- und Nordrande der Ablagerung von Novi Šeher ansehnlicher entwickelt sind und vom Knie der Lješnica bei Ljubatovići südöstlich von Novi Šeher in einem Streifen von wechselnder, selten einen Kilometer erreichenden Breite bis Brezove Dane ziehen, dann im Ožebücken stärker entwickelt sind und sich auch westlich von Kopice zeigen, enthalten gewöhnlich nur mäßig große Gerölle der in der nächsten Umgebung anstehenden Gesteine und besitzen in der Regel ein reichliches sandigkalkiges Bindemittel. Sie bilden selten durchgreifende, anhaltende Schichten, sondern zumeist linsenförmige Einschaltungen im mergeligen Sandstein, welcher namentlich im Osten und Norden von Novi Šeher mehrfach unmittelbar auf dem Grundgebirge auflagert und durch Zurücktreten der Sandkörner und Überhandnehmen des mergeligen Bindemittels nach oben in sandige und tonige Mergel übergeht. Diese meist grauen oder grüngrauen milden Mergel enthalten in manchen Lagen eine Fülle von Ostracodenschalen (*Cypris* etc.), stellenweise auch *Melanopsiden* und in großer Menge spitzschnabelige *Congerien*, die wohl in die nächste Verwandtschaft von *Congeria Gnezdai* Brus. gehören, aber einen noch schärferen Kiel haben. Andere Lagen sind sehr dünn gestreift und auf den Spaltflächen voll verkohlter Pflanzenspreu. Bei Strupina sind auch sinterige Süßwasserkalke und plattige, lichtgelbe oder rötliche Kalkmergel entwickelt, die neben der besagten *Congeria* hauptsächlich *Melanopsis* cf. *filifera* Neum. führen, leider meist schlecht erhalten. Wird nur herausgenommen, wenn es für die vergessene Notiz nötig ist.

Eine Kohlenführung ist nur an wenigen Orten nachgewiesen, bzw. so weit aufgeschlossen, daß ein Einblick in den Schichtenverband und die Lagerung der Flöze gewonnen werden kann.

Im Ablagerungsteile von Novi Šeher befinden sich Kohlenausbisse nur auf der Westseite zwischen Brezove Dane

und Matina, während in der östlichen Partie gegenwärtig keine Flözentblösungen zu sehen sind. Unterhalb der Straße nach Maglaj im linken Talgehänge des von Mladoševići kommenden Baches ist zwar kohligere Letten vorhanden und nach Angabe der Leute aus Strupina sei dort einstmal Kohle zu sehen gewesen, aber längst verschüttet und verdeckt worden. Auch näher bei Strupina soll ein verrollter Kohlenausbiß vorhanden sein, jedoch ist darüber in dem vollkommen mit Fluren bedeckten Terrain ohne umständliche Beröschungen nichts Genaueres zu ermitteln. In der westlichen Partie scheint eine beträchtlichere Kohlenführung auf das Gelände auf der Ostseite des Ožeb in Brezove Dane und Lugovi

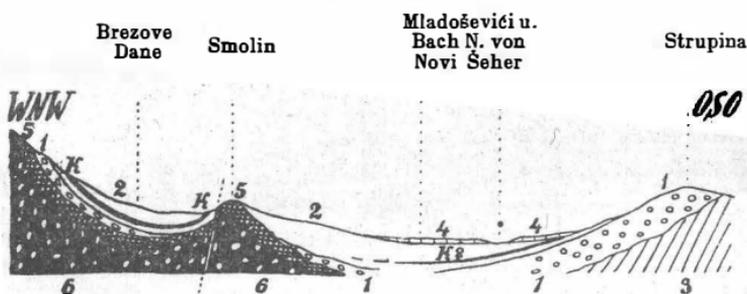


Abb. 41. Profil durch die Braunkohlenablagerung von Novi Šeher—Brezove Dane bei Žepče.

1 = Liegendkonglomerate. 2 = kohleführende Hangend-schichtengruppe des Oligomiozäns, meist Mergel, Tegel und Letten. K = Kohlenflöz. 3 = Mergelkalke des Kreidegrundgebirges. 4 = Quartär. 5 = Kieselserpentin. 6 = Serpentin.

beschränkt zu sein, was aller Wahrscheinlichkeit nach damit zusammenhängt, daß die nördlich von Beše aus den Tertiärschichten auftauchende Grundgebirgsinsel wie ein Damm gewirkt haben mag, welcher von dem ursprünglichen oligomiozänen Seebecken einen Seichtwasserabschnitt abtrennte, in dem eine üppige Sumpfvvegetation gedeihen konnte, wodurch die mächtigere Flözentwicklung in dieser Ablagerungspartie bedingt wurde. (Vgl. Abb. 41.) Die besagte Grundgebirgsinsel, welche die beiden Hügel Smolin (vulgo Solim) und Stolinica und ihre nächste Umgebung umfaßt, besteht aus zersetztem und verändertem Serpentin, der zum größten Teil in Chalcedon und Opal umgewandelt ist und als Kieselserpentin bezeichnet werden könnte. Analoge Zer-

setzungserscheinungen treten auch am Rande der Ablagerung am Križberge nordöstlich des Ožeb und besonders auf der Glavica auf der Südseite der oberen Lješnica auf, reihen sich somit in einen südnördlichen Zug an, welcher die oligomiozäne Ablagerung zwischen Brezove Dane und Čobe (westlich von Novi Šeher) durchquert.

Von den Kohlenausbissen bei Brezove Dane ist jener im Izgorelica-Riede am längsten bekannt. Diese Lokalität befindet sich südlich von den Borijak-Häusern auf der rechten Seite des Domišlicabaches, der hier Halešička rijeka genannt wird. Das aus mehreren durch unbedeutende lettige Zwischenmittel getrennten Bänken bestehende Flöz hat eine Mächtigkeit von zirka 3·5 m. Sein unmittelbares Hangend bildet teils schwerer, fetter, graubrauner, teils etwas sandiger, grauer Letten, das höhere Hangend verschwemmter toniger Sand und Schotter. Das unmittelbare Liegend wird ebenfalls von Letten gebildet, das tiefere Liegend scheint Mergel zu sein. Das Flöz fällt unter 12° nach Stunde 19 ein. Es führt eine schöne, kompakte, nur schlierenweise etwas lignitische Glanzkohle von am Querbruch muschelzig-zackigem, in der Lagerungsfläche flach muscheligem Bruch, von samt-schwarzer, zuweilen ins Bräunliche spielender Farbe und schwarzbraunem Strich. Sie scheint recht widerstandsfähig zu sein, weil die bei einer schon vor Jahren stattgefundenen Beröschung ausgeförderten Kohlenstücke nur teilweise durch die Verwitterung aufgeblättert sind. Hingegen werden sie von ockerigen Lassen durchzogen. Die Kohle, entnommen verschiedenen Bänken des Flözes, deren mittlere die reinste zu sein scheint, hat nach älteren Analysen die folgende Zusammensetzung:

Kohlenstoff	54·15 %	.....	58·46 %
Wasserstoff	3·69 „	.....	3·85 „
Sauerstoff, Stickstoff u. a.	18·86 „	.....	18·425 „
Verbrennlicher Schwefel.....	0·70 „	.....	0·565 „
Hygroskop. Wasser	15·00 „	.....	13·15 „
Asche	7·60 „	.....	5·55 „
Heizwert berechnet	4571 Kal.	.....	5013 Kal.

Es kommt demnach der kalorische Effekt der Kohle von der Njiva Izgorelica beiläufig dem Heizwerte der Braunkohle von Zenica gleich. Die Kohle ist nicht backend, sondern

ergibt beim Tiegelversuch einen sandigen, nur am Rande schwach gesinterten Rückstand. Bemerkenswert ist der auffallend geringe Schwefelgehalt der Kohle, die ziemlich bituminös und gasreich ist und kalte Kalilauge sogleich dunkelbraun färbt.

Von diesem Flözausstrich 200 bis 300 Schritt gegen Osten, bzw. Nordosten entfernt, sind im linken Bachgehänge drei ohne Zweifel zusammengehörige Kohlenausbisse vorhanden. Der südlichste befindet sich in der mit Buschwerk bedeckten Bachlehne und ist nur stückweise offen. Die Mächtigkeit des Flözes, welches in der Beschaffenheit jenem auf Izgorelica gleicht, beträgt gegen 3 m. Das Einfallen ist unter 30° nach Osten (7 Stunden) gerichtet, also entgegengesetzt wie auf Izgorelica, aber übereinstimmend mit dem sonst in diesem Ablagerungsteile herrschenden Verflächen. Es scheint, daß die flözführende Izgorelica-Scholle gegen das Tal abgerutscht ist und dadurch ihre abweichende Lagerung erhalten hat.

Etwas oberhalb (nördlich) von diesem Ausbisse kommt in dem gegen den kleinen Močilabach geneigten Teile eines Feldes des Gjuro Svjetić beim Ackern Kohle zutage. Stücke davon sind auf dem Felde ziemlich reichlich verstreut und an einer Stelle treten in unbedeutender Menge rot ausgebrannte Letten auf. Die Anrainer wissen nicht, ob es natürliche Erdbrandprodukte sind. Sollten sie durch Selbstentzündung eines Ausbißteiles des Flözes entstanden sein, so wäre das so ziemlich der einzige Fall in der Kohlenablagerung von Novi Šeher.

Noch weiter nördlich jenseits des Močilabächleins, im Einschnitte des Weges, welcher gegen Brezove Dane herauf führt und in der Wiese darunter ist das Flöz abermals schön entblößt und auch seine Begleitschichten sind am Aufstiege zum Dorfe gut aufgeschossen. Die dortige Schichtenreihe wird durch das Profil Abb. 42 veranschaulicht. Die Kohle wird von Letten begleitet, welche mürbes, toniges Kieselkonglomerat zum Liegenden und eisenschüssige sandige Schichten zum Hangenden haben. Das tiefere Liegend ist nicht entblößt, es scheinen Mergel zu sein. Im höheren Hangend treten sandige Tegel auf, die in dem breiten Rücken, auf welchem die Dorfhäuser verstreut liegen, in tiefen Lehm aufgelöst sind. Das Kohlenflöz ist gegen 3 m mächtig und fällt unter zirka 25° nach Nordosten ein.

Die Kohle aller drei Ausbisse auf der linken Seite der Halešička rijeka weist zwar öfters lignitische Textur auf, ist jedoch sonst dem Augenscheine nach ungefähr von gleicher Qualität wie auf Izgorelica.

Einen halben Kilometer in der Luftlinie westlich von dem letztbesprochenen, bzw. nordwestlich vom Izgorelica-Ausbisse und beiläufig 40 m höher als dieser tritt im südlichen Gehänge des Borijački potok unter dem Hause des Jovo Ristić Kohle zutage und kann im Streichen über Feld und Garten auf eine ansehnliche Strecke verfolgt werden. Das

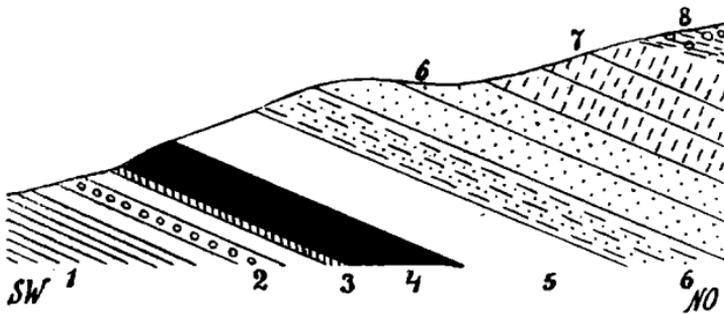


Abb. 42. Profil der flözführenden Schichtenreihe zwischen dem Močila-Bache und Brezove Dane.

- 1 = Mergel. 2 = Mürbes Konglomerat mit vorherrschenden Radiolarit-, Quarz- und Serpenterollen und mit reichlichem tonigen Bindemittel, eingeschaltet zwischen Schiefertonschichten. 3 = Graublauer Letten. 4 = Kohlenflöz. 5 = Grauer kalkiger Ton. 6 = Sandstein, in der Liegendbank stark eisenhüßig. 7 = Mürber toniger Sandstein. und sandiger Tegel. 8 = Lehmiger Schotter (Diluvium?).

Flöz, dessen Mächtigkeit wenigstens 3 m beträgt und welches sich am Ausbisse sehr rein zeigt, hat Letten und mürben mergeligen Sandstein zum Hangenden; das Liegende ist nicht entblößt. Das Einfallen ist normal nach Osten gerichtet. Die Kohle ist im frischen Anbruch von samtschwarzer Farbe und hohem Glanz, sie scheint jedoch leichter durch Verwitterung aufzuschiefeln als die sonstigen Kohlen dieses Gebietes.

Südwestlich von diesem Ausbisse ist in einem schmalen, von den tiefen Taleinschnitten des Brezik- und des Nikoličbächleins eingeschlossenen Rücken nördlich vom Anwesen

des Ilija Dubić ein stark zersetztes, blättrig aufgelöstes, von zahlreichen schwachen, lettigen Zwischenmitteln durchsetztes Kohlenflöz offen. Es wird von Letten unterlagert und von tonigem Sand und aufgelöstem mürben Konglomerat bedeckt, so zwar, daß es den Anschein erweckt, als ob das Flöz teilweise abgetragen und erst hernach von tonigem Schutt und Gerölle überdeckt worden wäre. Damit würde sich auch die geringe Mächtigkeit des Flözes und seine tiefe Verwitterung erklären. Da der Ausbiß flach nach Osten einfällt und wenig weiter westlich im Ožebwalde nur mehr Liegendkonglomerate auftreten, handelt es sich hier jedenfalls um eine Randpartie des Flözes, deren Kohlenvermögen unbedeutend ist.

Einige Hundert Schritte weiter südöstlich gibt es im Gemeindeteile Lugovi, im Riede Duge nji ve und von dort gegen den Dubravabach zu mehrere Stellen, wo Kohle zutage tritt. Alle diese Ausbisse gehören ein und demselben Flöze an, dessen Zusammenhang lediglich durch lokale Abtragung und Überdeckung mit verschwemmtem Material oberflächlich unterbrochen ist. Der oberste Punkt, wo Kohle ansteht, befindet sich auf Duge nji ve westlich von der Höhenkote 331. Die Kohle streicht über den Weg und setzt südöstlich in eine moorige Wiese fort. Am Wege herab zum Bache kommt die Kohle auf einer Erstreckung von kaum 200 m noch mehrmals zum Vorschein, hauptsächlich dort, wo sich der Weg gegen Osten umzubiegen beginnt. Die Mächtigkeit des Flözes kann auf 3 bis 4 m geschätzt werden, jedoch scheint die Liegendpartie unrein zu sein. Das Hangende der Kohle bilden zunächst Letten und darüber lose oder wenig verfestigte Sande und Schotter, welche möglicherweise zerütteten Partien der Ožebkonglomerate entstammen. Die hellgrauen oder weißlichen Letten werden in kleinen Gruben gewonnen und für lokale Bauzwecke verwendet.

Die Kohle dieses recht anhaltenden Ausbisses von Lugovi, welcher unter durchschnittlich 20° nach 7 Stunden einfällt, ist am Ausbisse zumeist aufgeblättert und stark verwittert; wo sie frischer erscheint, ist es die gleiche Glanzkohle wie in dieser Gegend überall.

Die sonstigen Kohlenausbisse der Oligomiozänablagerung von Novi Šeher befinden sich ebenfalls nahe ihres Westrandes in der Umgebung des Dorfes Ponijevo, 4 bis 5 km in der Luftlinie von den besprochenen Ausbissen gegen Südosten

entfernt. Das Terrain ist hier von Erosionsfurchen durchwühlt und stark verwaschen, so daß nur wenige Ausbisse so weit offen liegen, um einen Einblick in das Verhalten des Flözes zu gewähren. Mehrfach ist der Ausbiß nur durch die kohlige Färbung der Lehmdecke angedeutet.

Dies ist der Fall nordwestlich von den unteren Ozimicehäusern auf der flachen Südlehne des beim Han Sveona in die Lješnica mündenden Baches sowie südwestlich von Ponijevo unter dem Friedhofe in der Nähe des Slatina-Säuerlings. Stark verwaschen und teilweise aberodiert ist auch der Ausbiß im Ortsbereiche von Pire, welcher in der Nähe der Živkovičhäuser östlich vom Budimirsko groblje den Weg überquert und zum Bache herab zieht. Die hier anstehende Flözpartie ist kaum 2 m mächtig. Sie wird von weißlichem Ton begleitet, welcher in beschränktem Ausmaß für lokale Verwendungen gewonnen wird. Die Kohle des Ausbisses ist zum größten Teil stark verwittert und aufgeblättert; im frischen Zustande ist es eine bräunlichschwarze lignitische Glanzkohle. Das Flöz fällt sehr flach nach Norden ein.

Weit besser aufgeschlossen ist ein anscheinend vor längerer Zeit beschürfter Flözausbiß in der Gemärkung des Dorfes Pire, welcher die unmittelbare Fortsetzung des eben erwähnten bildend, einige Hundert Schritte gehängeabwärts das zur Piranska rijeka abfließende Bächlein begleitet. Das von Letten eingeschlossene, über 3 m mächtige Flöz verflächt unter 15° nach Nordwesten. Die durch Verwitterung aufblätternde und brockig zerfallende Kohle ist von wechselnder Beschaffenheit als in den meisten sonstigen Ausbissen dieses Gebietes. Zum Teil ist es schwarze Glanzkohle, lagenweise aber auch eine schwarzbraune, mehr oder weniger deutliche Holzstruktur aufweisende, pechig glänzende Kohle von schwarzbraunem, mattem Strich und flachmuschligem Bruch.

Jenseits, auf dem linken Ufer des Pirabaches, östlich von den Budimirhäusern und unterhalb der ehemaligen Kapelle von Ponijevo, sollen ebenfalls Kohlenausbisse vorhanden sein. In den betreffenden steilen und verrutschten, verwaschenen Lehnen ist gegenwärtig an der Oberfläche nichts dergleichen zu sehen.

Wie aus den vorstehenden kurzen Darlegungen erhellt, sind in dem Binnenlandtertiärabschnitte von Novi Šeher die

Kohlenausbisse an zwei Stellen seiner westlichen Randpartie konzentriert: bei Brezove Dane-Lugovi und bei Pire-Ponijevo. Alle Ausbisse gehören einem einzigen Flöze an, dessen durchschnittliche Mächtigkeit auf 3 m geschätzt werden kann. An der ersteren Stelle verteilen sich die Ausbisse auf eine Terrainfläche von beiläufig 1 Quadratkilometer, wovon jedoch die von der Erosion aufgespart gebliebene Flözplatte nur einen Teil ausmacht. Bei Pire-Ponijevo scheint die Abtragung des sich gegen Tag aushebenden Flözes noch größer zu sein, so daß hier überall nur mehr Reste des einstmaligen Kohlenvermögens vorhanden sind, die allerdings infolge der Tagnähe des Flözes und der für Stollenanlagen günstigen Terrainverhältnisse leicht abgebaut werden könnten. Es würden aber auf diese Weise bloß wenige Millionen Meterzentner der Kohle gewonnen werden können. Nur wenn das Flöz ostwärts über Mladoševići gegen Strupina und auch unter der Ebene von Novi Šeher südwärts fortsetzen würde (Abb. 41), was durch einige zweckdienlich angesetzte Bohrungen leicht ermittelt werden könnte, wäre das Kohlenvermögen der Ablagerung ein bedeutendes.

Der durch den schmalen Zug zersetzter Tertiärgebilde südlich von Ozimice mit der Ausbuchtung von Novi Šeher zusammenhängende Ablagerungsteil von Žepče breitet sich beiderseits der Bosna aus, besteht jedoch südlich des Flusses lediglich aus einigen isolierten Schollen, welche auf Serpentin aufliegen, welcher zwischen Žepče und Bistrica unmittelbar an die Bosnaebene (Žepačko polje) herantritt. Dadurch wird es wahrscheinlich, daß, wenn das Tertiär unter den Quartärbildungen der fast 2 km breiten Ebene durchstreicht, es nur im östlichen Teile des Feldes der Fall sein dürfte.

Die Beschaffenheit der Oligomiozänbildungen von Žepče weist jenen von Novi Šeher gegenüber gewisse Eigenheiten auf. Übereinstimmung herrscht bloß hinsichtlich der tonigen und schotterigen Bildungen des westlichen Abschnittes nördlich und nordöstlich von Žepče. Im östlichen Abschnitt bei Osova und in den Erosionsresten südlich der Bosna überwiegen Mergel und Süßwasserkalke, so daß sich ein petrographischer Anschluß an die Entwicklung auf der Ostseite der Ablagerung von Novi Šeher ergibt, wenn auch Gesteinsbeschaffenheit und Fossilienführung nicht identisch sind.

Auf der Südseite der Bosna hat sich eine Gruppe kleiner Oligomiozänschollen auf den Hügeln von Orahovica südlich von Žepče und eine unbedeutende sowie eine größere Partie im Bosnatale bei Bistrica und Ljeskovica erhalten. Die unmittelbar auf dem Grundgebirge lagernden Süßwasserkalke und Mergel, ebenso wie die darüber folgenden tegeligen Schichten sind in diesen Schollen wenig mächtig. An der Oberfläche sind meist mürbe, zu lehmigem Schotter aufgelöste Konglomerate verbreitet. Das gilt namentlich von der größeren östlichen Scholle, die sich von dem Säuerling östlich von Žepče entlang des Serpentinehanges bis über Ljeskovica hinaus erstreckt. In ihrer westlichen Partie kommen an einigen Stellen Mergel zutage, die eine veränderliche Lagerung besitzen, überwiegend jedoch nach Nordosten einfallen. Bei Ograde enthalten sie ein Kohlenschmitzchen.

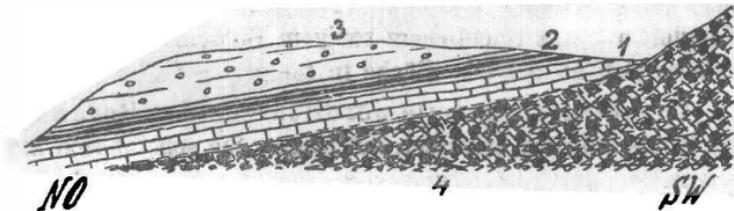


Abb. 43. Schematisches Profil durch die östliche flözführende Oligomiozänscholle von Orahovica bei Žepče.

1 = Sandige Mergel und Süßwasserkalke. 2 = Milde Mergel mit dem aus 3 Bänken bestehenden Kohlenflöz. 3 = Mürbes, toniges Konglomerat. 4 = Serpentin.

Mächtiger ist die Kohlenführung in den Schollen von Orahovica, welche durch die tiefen Gräben, die hier das Gelände zerfurchen, voneinander getrennt sind. Auf zweien von diesen Schollen liegt der größte Teil des Dorfes; eine dritte nimmt den ersten Gipfel am Aufstiege zur Orahovička glava (740 m) ein. Alle liegen unmittelbar auf Serpentin, nur bei der letzteren schiebt sich an einer Stelle eine kleine Klippe von Körnelkalk dazwischen. Hier sind Flözausbisse nicht bekannt, wohl aber in den beiden anderen Schollen, deren Kohlenführung jedoch bei ihrer geringen Ausdehnung prak-

tisch ohne Belang ist. In der westlichen Scholle befindet sich ein Flözausbiß zwischen den Häusern des Dorfes. Er ist zirka 1 m mächtig und wird von lehmig zersetzten Mergeln eingeschlossen. Die Kohle ist durch Verwitterung aufgeblätterte Glanzkohle. In der östlichen Scholle (Abb. 43) kommt Kohle einige Hundert Schritte oberhalb des Marušić-Gehöftes zutage. Es ist ein beiläufig 1-2 m mächtiges, aus drei durch Mergel-Zwischenmittel voneinander getrennten Bänken bestehendes Flöz, welches schieferige Kohle von teilweise lignitischer Textur führt. Das unmittelbare Hangend und Liegend des Flözes bilden milde Mergel; im tieferen Liegend sind gelbgraue bis bräunliche, etwas sandige Mergel, durchschossen von dünn-schichtigen klingenden Süßwasserkalken entwickelt, die nicht sehr reichlich *Limnaeen*, *Fossarulen*, *Pisidien*, ferner kleine ovale chitinöse Plättchen, die Schneckendeckelchen ähnlich sehen, stellenweise auch Schneckenbrut und Blattfetzen enthalten, aber näher bestimmbare Fossilien bis jetzt nicht geliefert haben. Das höhere Hangend wird von mürbem Konglomerat mit reichlichem tonigem Bindemittel gebildet, welches sich an der Oberfläche in tonigen Schotter auflöst.

Im Ablagerungsteile nördlich von der Bosna ist die Kohlenführung erheblich mächtiger. Sie scheint sich im Gegensatze zur Ablagerung von Novi Šeher, wo sich die Hauptausbisse in der westlichen Partie befinden, nur auf den östlichen Abschnitt zu beschränken.

Ein geringer Ausbiß befindet sich knapp östlich unterhalb des Kirchleins von Osova (Osovska crkva). Er setzt in lettigen Schichten im mürben, von konglomeratigen Lagen durchzogenen, eisenschüssigen Sandstein auf. Einige Hundert Meter gehängeabwärts, in der zum Osovacbache abfallenden Nad luža njiva des Asim Beg, ist ebenfalls eine Andeutung von Kohlenausbissen vorhanden, jedoch müßten hier größere bergmännische Eingriffe unternommen werden, um einen sicheren Einblick in die Verhältnisse zu erlangen.

Der gegenwärtig anscheinend einzige bessere Flözaufschluß befindet sich in der Bara česluka der Brüder Tadić am Rande der Bosnaebene nahe nördlich vom Eisenbahndamm und nicht ganz 1 km östlich vom Friedhofe Vučića groblje. Knapp am nördlichen Ufer eines Seitengrabens des Osovacbaches ist durch einen Einbau eine Entblößung geschaffen, die folgende Schichtenreihe zeigt (Abb. 44):

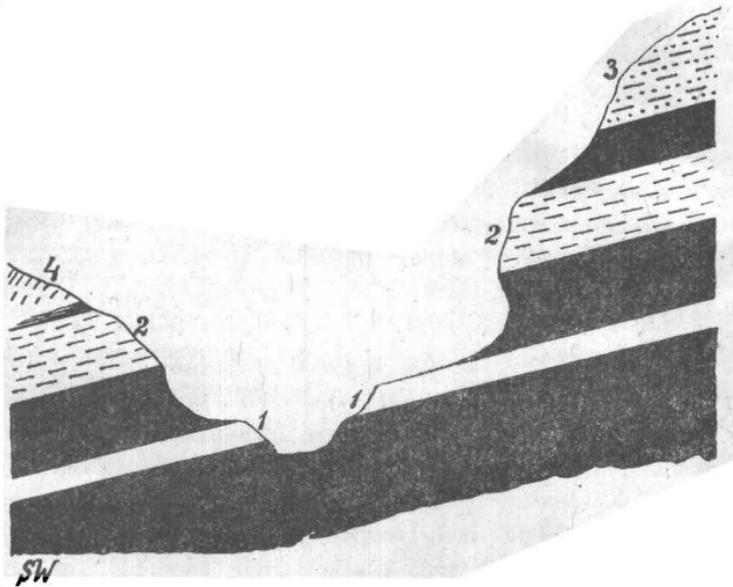


Abb. 44. Flözprofil in einer Tagbaupinge bei Osova östlich von Žepče.

1 = Plattiger Süßwasserkalk. 2 = Mergel. 3 = Mürber, toniger Sandstein. 4 = Alluvium. Schwarz: Kohlenbänke.

Die Schichtenneigung ist nach Südwesten gerichtet.

Oben: Sandig-tonige Oberflächenschichten.

Kohlenbank . . .	zirka	70 cm
Tonig-mergeliges Mittel. „	95 „	
Kohlenbank . . . „	100 „	
Plattiger Süßwasserkalk „	35 „	
Hauptkohlenbank.		

Die hangendste Kohlenbank scheint nicht anhaltend zu sein; die Liegendbank wurde durch den besagten kleinen schachtförmigen Einbau nicht bis zum Liegenden durchsunken, sondern wegen zusitzenden Wassers wurde nur die Hangendpartie in einer Mächtigkeit von etwas über 1 m aufgehoben. Es soll jedoch an einer benachbarten, jetzt verrollten Stelle ein Schächtchen beständig in der Kohle 3 m tief niedergetrieben worden sein. Die Richtigkeit dieser Angabe, die nur durch einen entsprechenden neuen Einbau erwiesen werden könnte, bleibe dahingestellt; sicher scheint jedoch zu sein, daß die Liegend-Hauptkohlenbank eine immerhin ansehnliche Mächtigkeit besitzt und daß die Gesamtmächtigkeit des Flözes mindestens 3 bis 4 m betragen dürfte.

Das 95 cm mächtige Mergelzwischenmittel des obigen Flözprofils ist von gelbgrauer bis braungrauer Farbe, stellenweise voll verkohlter Pflanzenfetzen sowie zerdrückter *Limnaeen* und *Planorben*. Die 35 cm mächtige Decke der Hauptkohlenbank besteht aus dünnschichtigen bis plattigen, zum Teil harten, klingenden Süßwasserkalken, die lagenweise erfüllt sind mit Fossilien, darunter *Fossarulus tricarinatus* Brus., *Limnaeen*, *Hydrobien*, kleinen *Helicinen*, spärlichen *Congerien* usw., leider alles in schlechtem Erhaltungszustand. Dieses harte Mittel bereitet beim Aushube der Pingen behufs Kohलगewinnung Schwierigkeiten, weshalb es nur ausnahmsweise durchstoßen wird.

Die Braunkohle von Osova ist von recht hübschem Aussehen, wenngleich sie nicht den intensiven Glanz besitzt, wie die Kohle von Brezove Dane, der Bruch nicht rein muschlig, der Strich mehr mattbraun und das Gefüge nicht so kompakt, sondern zuweilen schieferig oder blättrig ist, was bewirkt wird durch papierdünne bis einige Millimeter starke, mehr im Glanz als in der Farbe von der Kohlen-substanz verschiedene tonige Blätter, nach welchen die Kohle leicht spaltet und welche bei der Verwitterung hauptsächlich ihr Aufblättern verursachen. Sie erscheinen in der Regel mit einem dünnen Überzug von Schwefelkies bedeckt, meist nicht in zusammenhängenden Häutchen, sondern in schmalen, sich verschiedentlich kreuzenden Bändern, welche den Eindruck von Riedgrashalmen machen. Eine Partialanalyse der Kohle aus der Liegendbank des Einbaues in der Bara Česluka ergab:

Feuchtigkeit bei 110° C	8.12 %
Asche	13.66 „
Gesamtschwefel	5.25 „
Entgasungsrückstand	47.66 „
Kalorischer Effekt nach Berthier.	3912 Kal.

Die Qualität der Kohle der Mittelbank dürfte, obwohl sie als besser gilt, kaum wesentlich verschieden sein.

Eine geregelte Kohलगewinnung findet in der Ablagerung von Žepče dermalen nicht statt, sondern es wird nur gelegentlich von Privaten, trotzdem es sich um landes-ärarischen Bergbesitz handelt, etwas Kohle für den Lokalbedarf erzeugt. Früher wurde durch Abraum nur die Kohle der Mittelbank gewonnen; erst seit einigen Jahren wird mittels der erwähnten Pingenbaue auch die Liegendbank

teilweise ausgebeutet, jedoch beschränkt sich die Kohlenfreibeuterei auf die strenge Winterszeit und bewegt sich je nach 'Absatz zwischen einigen Pferdelaugen und etlichen Fuhren pro Jahr. Die Beschränkung der Kohlengewinnung auf Frostwetter hat ihren Grund darin, daß jeweils abgewartet wird, bis das die Sohle der Pinge bedeckende Wasser gefroren ist, weil es den Leuten leichter scheint, die feste Eisdecke von der Kohle zu entfernen, als die Grube auszupumpen, wozu es übrigens auch an Behelfen mangelt.

Die Kohlenausbisse in der Bara Česluka fallen unter 15° nach Südwesten ein. Das gleiche Verfläichen ist auch im Einschnitte des östlichen Nebenbaches zu beobachten, wo die Flöze durchziehen, jedoch gegenwärtig verrollt sind. Auch in der Bosna sollen bei tiefem Wasserstande südlich von Osova Kohlenausbisse zu sehen sein, so daß in diesem östlichen Abschnitt eine Terrainfläche von rund 2 Quadratkilometern als kohlenführend angenommen werden darf. Ob indessen das im ganzen Ablagerungsteile von Žepče vorhandene Kohlenvermögen für die Anlage eines Kohlenwerkes, wozu die günstige Lage an der Hauptverkehrsader Bosniens verlocken könnte, ausreichen würde, müßte erst durch entsprechende künstliche Aufschlüsse ermittelt werden, weil die natürlichen Flözausbisse dafür keine ausreichende Sicherheit bieten.

3. Die Braunkohlenablagerungen des Usoragebietes.

Westlich der Braunkohlenablagerung von Novi Šeher, gleich jenseits der schmalen Wasserscheide, breiten sich in dem von der Großen und Kleinen Usora durchströmten Gebiete in beträchtlicher Ausdehnung oligomiozäne Binnenlandbildungen aus, die zum Teile kohlenführend sind. Ihre östlichsten Partien standen einstmals über die Wasserscheide hinweg, auf welcher noch Reste zerrütteter Konglomerate angetroffen werden, mit dem Becken von Novi Šeher-Žepče im Zusammenhange und auch zwischen ihren einzelnen, sich enger aneinander reihenden Erstreckungen dürften Verbindungen bestanden haben. Es gilt dies von den Ablagerungen von Kamenica-Komušina, Teslić, Žarkovina, Tešanj-Jelah und Pribinić, während die weiter entfernten kleinen Oligomiozanschollen von Mladikovina und Očauš in isolierten Becken entstanden sein dürften.

Die Ablagerung von Kamenica-Komušina breitet sich zu beiden Seiten der großen Usora aus. Auf der rechten Seite reicht sie von der Mündung des Slatinabaches und dem Stražbaerge ostwärts über Kamenica Katolska (Gaše) bis ziemlich hoch zur Wasserscheide zwischen Usora und Bosna hinan. Sie besteht hier ganz aus mürbem, sich an der Oberfläche zu lehmigem Schotter auflösenden Konglomerat, welches jenem des Ožeb-Rückens und von Kopice in der Ablagerung von Novi Šeher gleicht, nur daß das Bindemittel mehr kalkig zu sein pflegt. Die Wasserscheide, an welche sich diese Konglomerate von Westen und Osten anlehnen, besteht hauptsächlich aus Serpentin mit wenig Gabbro und tuffitischem Sandstein; die Konglomeratgerölle sind aber zum größten Teile Quarzgesteine (Radiolarit, Halbjaspis, Eisenkiesel). In der Talsohle des Kamenicabaches, in der Nähe der Džamia von Kamenica turska, kommt unter dem Konglomerat Serpentin und an der Mündung des Baches nebst schönem Flaserserpentin auch Diabas und eine Kalkscholle hervor, ein Beweis, daß die Konglomerate als tiefstes Glied des Oligomiozäns nur eine geringmächtige Decke auf dem Grundgebirge bilden. Nach aufwärts gehen die Konglomerate in Sandsteine über, die bei Slatina in größerer Mächtigkeit anstehen. Sie sind häufig rötlich gefärbt von der Menge roter Radiolaritkörner, die sie enthalten; das Bindemittel ist stets kalkig und wiegt in feinkörnigen Abarten vor, woraus sich erklärt, daß die aus diesen Kalksandsteinen austretenden Sickerwässer häufig Kalktuff absetzen. Zwischen die Sandsteinbänke, die zuweilen 1·5 m Mächtigkeit erreichen und große Werksteine liefern, pflegen einzelne Konglomeratlagen, ferner rote Toneisenstein- sowie gelbe und graue Mergelschichten eingeschaltet zu sein, welche den Übergang in die Mergel und Süßwasserkalke vermitteln, die auf der anderen (westlichen) Seite der Usora entwickelt sind.

Hier nehmen die oligomiozänen Binnenlandbildungen im ungefähren Ausmaße von 2·5 km² die Umgebung von Komušina ein, dessen Haupthäusergruppe (Ponjavići) mit der Kirche auf einer Wechselfolge von Sandstein und Mergelbänken liegt, während weiter westlich und nördlich Mergel und plattige Süßwasserkalke vorherrschen, unter welchen am Rande der Ablagerung in schmaler Zone Konglomerate zutage kommen. Im Süden liegen die Sandsteine und Mergel jedoch unmittelbar auf Serpentin. Stellenweise finden sich

in den Mergeln und Süßwasserkalken ziemlich reichlich Schneckenabdrücke (*Limnaeus*, *Melanopsis*, *Fossarulus*), sowie limonitisierte runde Körnchen, die an *Charasamen* erinnern, und einzelne Lagen der Süßwasserkalke nordöstlich von Komušina sind mit kohligem Spreu erfüllt. Zu einer Flözbildung scheint es in der ganzen Ablagerung jedoch nicht gekommen zu sein. Hingegen enthält eine kleine durch den Stražba- und den Kljunberg von der Kamenica-Erstreckung abgetrennte Partie von Binnenland-Oligomiozän, die sich auf der rechten Seite, an der Kehre der Großen Usora südlich von Sotonica erhalten hat, im Einschnitte des Dubravec im Riede Marina njiva einen schwachen Glanzkohlenausbiß, der aber bei der Geringfügigkeit des ganzen Vorkommens ohne jede Bedeutung ist.

Drei Kilometer weiter talabwärts beginnt bei Bežlija die **Braunkohlenablagerung von Teslić**, welche sich beiderseits der Kleinen und Großen Usora oberhalb ihres Zusammenflusses ausbreitet. Sie hat, abgesehen von einigen Ausläufern, annähernd die Gestalt eines fast rechtwinkligen Dreieckes, dessen längste Seite sich in nordwestlicher Richtung von Bežlija bis Osivica erstreckt und dessen Scheitelpunkt bei Buletići (Stanojevići) südwestlich von Teslić liegt. Sie umfaßt eine Fläche von rund 45 km^2 und ist die kohlenreichste Ablagerung des Binnenlandtertiärs im Usoragebiete.

Die Schichten, welche sich am Aufbau der Ablagerung beteiligen, sind in petrographischer Hinsicht sehr mannigfaltig und lassen sich in zwei Gruppen gliedern, die mehr der Art als der Zeit ihrer Entstehung nach verschieden sind: eine psammitische, durch strömendes Wasser zur Sedimentation gebrachte unproduktive, hauptsächlich aus Konglomeraten und Sandsteinen bestehende; und eine überwiegend Mergel, Tegel und Süßwasserkalke umfassende flözföhrnde Sumpfbildung. In der Regel begann die Ausfüllung des Beckens allerdings mit den ersteren Gesteinen, so daß sie im allgemeinen, ebenso wie in den Ablagerungen von Novi Šeher und Kamenica-Komušina, die Liegendstufe repräsentieren; jedoch ist die Mergelstufe in ruhigen Beckenteilen vielfach auch direkt auf dem Grundgebirge zum Absatze gelangt, so daß sie teilweise mit den psammitischen Bildungen gleichaltrig sein mag.

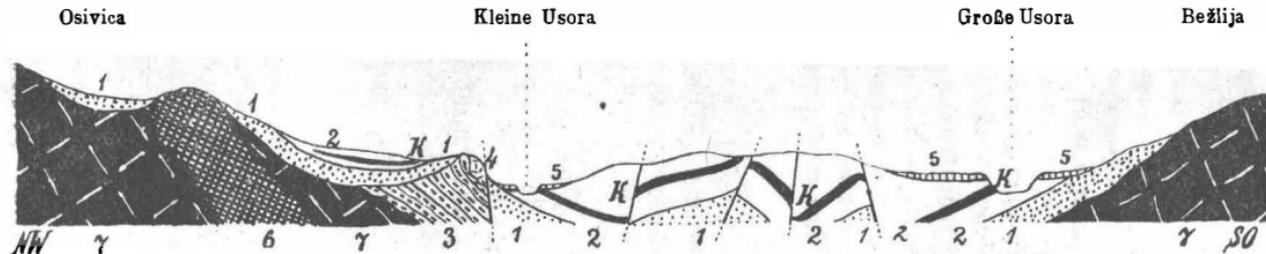


Abb. 45. Profil durch die Braunkohlenablagerung von Teslić.

1 = Konglomeratstufe. 2 = Mergelstufe des Oligomiozäns mit den Kohlenflözen *K*, die der Deutlichkeit wegen zusammengezogen sind. 3 = Tuffitischer Sandstein. 4 = Kreidekalk. 5 = Quartär der Flußebenen.
6 = Gabbro. 7 = Serpentin.

Das Grundgebirge, welchem die Braunkohlenablagerung von Teslić aufliegt, besteht hauptsächlich aus Serpentin, Gabbro, Diabas und Tuffiten, also aus den herrschenden Gesteinen der jungmesozoischen bis eozänen ophiolithischen Zone Mittelbosniens, wozu sich nur im Norden bei Osivica und im Osten bei Vručica srb. Kreidekalke gesellen. Den gleichen Aufbau besitzt eine Grundgebirgsinsel, die nördlich der Kleinen Usora beiderseits des Gračanica-baches bei Ruževići aus dem Binnenlandtertiär herausragt und ebenfalls aus Gabbro, tuffitischem Sandstein und Kreidekalk besteht und den Ablagerungsteil südlich der Kleinen Usora von der Ausbuchtung von Ruževići trennt. Diese letztere, in welcher auch bei Gračanica und Osivica Kalkklippen und im Akmašineriede eine größere Gabbroinsel zutage kommen, ist jedenfalls stark aberodiert und bildet nur mehr eine geringmächtige Decke auf dem Grundgebirge. Der Teil der Ablagerung südlich der Kleinen Usora scheint an einer Bruchlinie, mit welcher das Auftauchen des Grundgebirges am Gračanica-Unterlauf zusammenhängt, abgesunken zu sein. (Vgl. Abb. 45.)

Die sich überall an das Grundgebirge anlagernden und unterbrechungsweise hauptsächlich am Rande der Ablagerung entwickelten Konglomerate enthalten zumeist Gerölle von Gesteinen der benachbarten Grundgebirgspartien, jedoch überwiegen häufig gerade die leichter erodierbaren Kalksteine und Sandsteine, während die härteren Eruptivgesteine zurücktreten. Das Bindemittel ist stets kalkigtonig und bedingt, wenn es vorherrscht, die leichte Zersetzbarkeit der Konglomerate, die sich dann an der Oberfläche in lehmigen Schotter auflösen, wie es insbesondere in der Ablagerungserstreckung nördlich der kleinen Usora vielfach der Fall ist. Manche Abarten, namentlich die in feinkörnige feste Sandsteine übergehenden oder mit ihnen wechsellagernden, sind hingegen oft hart und zähe, wie z. B. bei Vručica srb. Bežlija oder bei Brdaci in Vručica turska. Öfters, besonders in der östlichen Randpartie der Ablagerung, wechsellagern die in diesem Falle meist mürben Konglomerate mit bunten Tonen.

Wo die Überlagerung der psammitischen Liegendstufe durch die produktive Mergelstufe offen liegt, wie z. B. bei Rankovići oder Irice, wird der Übergang von einer Stufe zur anderen durch tonige Sandsteine und sandige Tegel ver-

mittelt, die stellenweise reich an grossen *Unioniden* sind. In der Stufe selbst findet gewöhnlich ein Wechsel von Mergeln, Mergelschiefern, kalkigen Schiefertönen, Süßwasserkalk und sandigen Tegeln statt, wobei die beiden letzteren in der Liegendpartie, die übrigen in der Hangendpartie zu überwiegen pflegen, ohne daß sich jedoch eine bestimmte Reihenfolge feststellen läßt. Vielmehr ändern sich die Detailprofile von Aufschluß zu Aufschluß, weil einzelne Glieder, insbesondere die sandigen, nur stellenweise entwickelt sind, andere auskeilen und neue linsenförmige Einschaltungen sich einstellen. Ähnlich verhält es sich auch mit den Flözen, welche durch Anschwellung oder Verdrückung einzelner Kohlenbänke schon in geringen Distanzen so beträchtliche Änderungen zu erfahren pflegen, daß Identifizierungen selbst größerer Flözpartien in den verschiedenen Profilen ungemein erschwert werden.

Die verhältnismäßig reiche Kohlenführung der Ablagerung von Teslić läßt sich auf Grund der Ausbisse und künstlichen Aufschlüsse in zwei Flöze zusammenfassen, die als Hangendflöz und Hauptflöz bezeichnet werden können, wozu noch einige Liegendschmitze oder lokal auch bis über 2·5 m anschwellende Bänke hinzukommen, die jedoch nach den bisherigen Erfahrungen ohne montanistischen Wert sind.

Das Hangendflöz von Teslić scheint ziemlich konstant 2 bis 3 m mächtig zu sein, ist aber bei Aufschlußbohrungen stellenweise auch nur mit 0·5 m durchsunken worden. Ebenso wechselt sein Abstand vom Hauptflöze, soviel bis jetzt bekannt, zwischen 24 und 38 m, hält sich aber im Mittel zwischen 24 und 29 m.

Das Hauptflöz besteht immer aus mehreren Kohlenbänken, zwischen welche sich mergelige oder sandige Zwischenmittel einschalten, welche letzteren zuweilen 2·5 m Mächtigkeit erreichen und im allgemeinen mächtiger zu sein pflegen als die einzelnen Mergelmittel. Bei einer Bohrung wurde jedoch auch zwischen zwei Flözpartien eine 15·6 m mächtige Mergel-einschaltung durchteuft, was möglicherweise durch eine Störung bedingt wurde. Die Mächtigkeit des Hauptflözes ist je nach der Entwicklung der Kohlenbänke und Zwischenmittel sehr verschieden und bewegt sich etwa zwischen 6 und 20 m. Es pflegt jedoch nur ein Teil dieser Totalmächtigkeit abbaufähig zu sein.

Gute Aufschlüsse, in welchen die Entwicklung der Kohlenflöze klar zu übersehen ist, bietet die Talrinne der Großen Usora. Unterhalb Bežlija wird dieser stark mäandrierende Fluß von einer bis 2 km breiten Quartärebene begleitet, bestehend aus Schotter und Lehm, die sich auf dem aberodierten kohlenführenden Binnenlandoligomiozän ausbreiten. (Vgl. Abb. 45.) Die durchschnittlich 3 bis 4 m mächtige Quartärdecke wurde vom Flusse durchsägt und auch in das unterlagernde Tertiär hat er sich bereits mehrere Meter tief eingeschnitten, so daß bei niederem Wasserstande an seinen Ufern mehr oder weniger ausgedehnte Profile der Tertiärschichten offen liegen. Eines dieser Profile im Riede Kremenje am rechten Ufer des Flusses bei Vručica srb. (Abb. 46) zeigt die folgende Gliederung:

Das tiefste offene Liegende bilden hellgraue Mergel, die nach aufwärts sandig werden und ein Kohlenschieferband einschließen, worauf dunklerer Mergel folgt, welchem ein 20 cm starker Kohlenschmitz eingeschaltet ist. Darüber liegen hellgraue Mergel mit zahlreichen *Melanopsis*-Resten, ferner:

Eine unreine schieferige Kohlenbank	.....	1·2 m	mächtig.
Grauer Mergel mit Schwefelkieseinschlüssen und Gipsausscheidungen	.....	2·0	„ „
Kohle, durchwachsen, besonders in der Hangendpartie von zahlreichen fossilien- führenden Mergelzwischenmitteln und let- tigen Blättern, im unteren Teile der mitt- leren Partie jedoch zirka 3 m fast rein; Gesamtmächtigkeit	.....	9·2	„
Gelbgrauer, fester Mergel mit <i>Limnaeen</i> , <i>Planorben</i> , <i>Melanopsis</i> etc.	.....	1·2	„ „
Kohlenschiefer und Kohle, ersterer voll Fossilien, namentlich <i>Planorben</i> , letztere in der Liegendpartie schieferig bis blätterig, in der Hangendpartie mit zirka 1·8 m ziem- lich rein; Gesamtmächtigkeit	.....	5·4	„

Diese 19 m mächtige Schichtenreihe entspricht der linken Hälfte des Profiles Abb. 46 bis unmittelbar rechts vom Busch in der Mitte und umfaßt das Hauptflöz, welches abgesehen von den untergeordneten tauben Einschaltungen aus drei Kohlenbänken mit zusammen 15·7 m Gesamtmächtigkeit

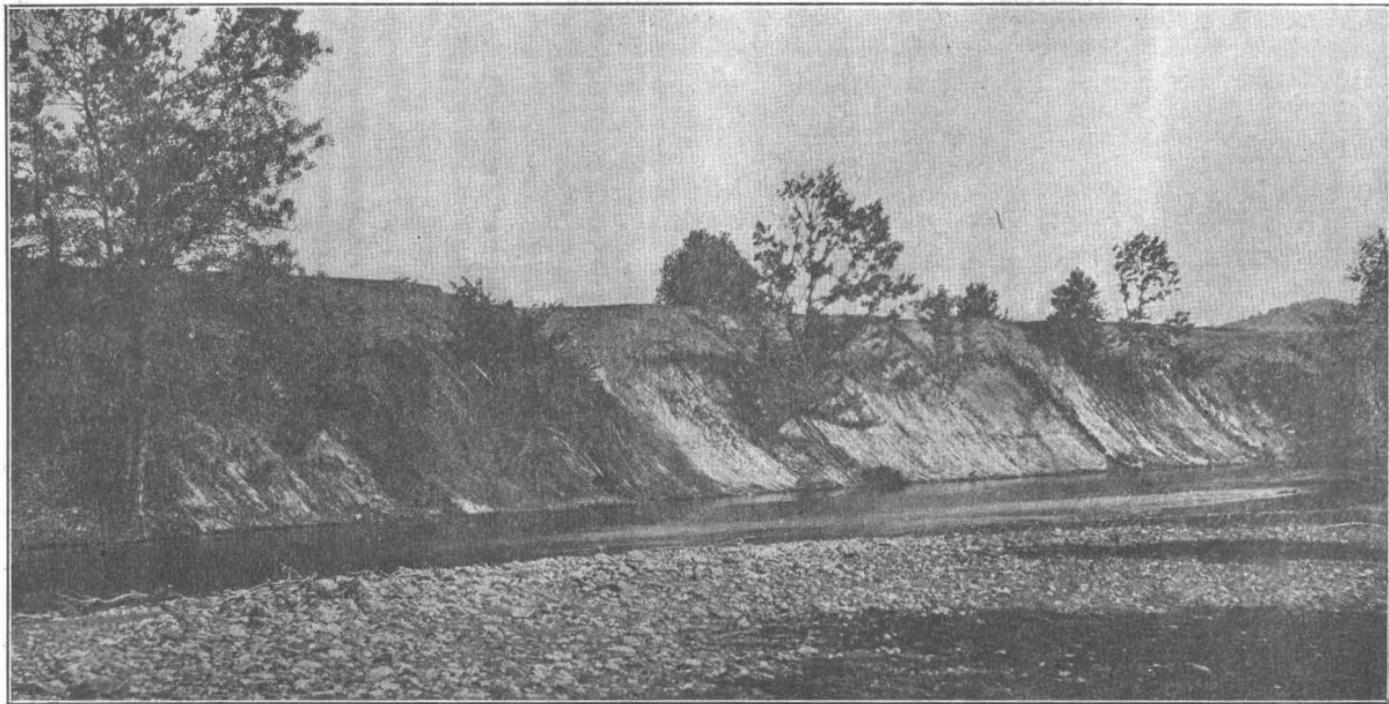


Abb. 46. Das am rechten Ufer der Großen Usora im Riede Kremenje offene Profil des Hauptflözes von Teslic und seiner Begleitschichten.

Nach einer Aufnahme von Forstdirektor Karolyi.

Das Einfallen ist nach Südsüdwesten gerichtet. Nähere Erläuterung im Texte.

besteht, die jedoch nur in der Mittelbank 3 *m* und in der Hangendbank zirka 1·8 *m* entsprechend reine, sonst aber gebänderte und kaum abbaufähige Kohle enthalten.

Weiter aufwärts folgt ein tauber Schichtenkomplex von rund 30 *m* Mächtigkeit, bestehend aus Mergelschiefern und Kalkmergeln, die meist in schwachen Bänken miteinander wechsellagern und in ihrem mittleren Teile zwei linsenförmige Lager von Mergelkalk einschließen. Die größte Mächtigkeit des unteren Lagers beträgt fast 1 *m*, jene des oberen etwa 60 *cm*. Im Bilde, Abb. 46, sind sie rechts ersichtlich. Darüber folgt eine 2·5 *m* mächtige Kohlenbank, die schöne, jedoch von kiesigen Schlechten durchzogene Glanzkohle führt und wohl das Hangendflöz repräsentiert. Alle diese Schichten fallen nach Südsüdwest (13 bis 14 Stunden) unter 50° im Mittel ein. Einige Schritte weiter flußaufwärts (ungefähr am rechten Rande des Bildes, Abb. 46) tritt eine ansehnliche Störung auf, durch welche das Hauptflöz so überschoben ist, daß die gipsigen Liegendmergel der Mittelbank über das Hangendflöz zu liegen kommen. Die seigere Höhe des Wechsels beträgt somit mindestens 47 *m*. Das Schichteneinfallen des gestauchten und ausgewalzten, von mehreren Begleitstörungen durchsetzten überschobenen Flügels ist zwar generell ebenfalls nach Südsüdwest gerichtet, jedoch flach. Die Mächtigkeit der Mittelbank des Hauptflözes beträgt hier nur 5 *m*, aber die Verteilung von Kohle und Taubem darin ist ziemlich die gleiche, wie im Nordflügel, nur daß die reine Kohle in der unteren Mittelpartie auf zirka 2 *m* reduziert erscheint. Den Abschluß des offenen Kremenjeprofiles bilden verworren gelagerte Mergel und Mergelschiefer, die alsbald durch Schutt verhüllt werden.

Die in der Hangendpartie der mächtigen Mittelbank des Hauptflözes entwickelten, bald mehr kohligem, bald mehr kalkigen und je nachdem schwärzlichen bis hellgrauen Mergelschiefer enthalten lagenweise eine solche Fülle von kohligem Pflanzenabdrücken, daß sie dadurch dünnblättrig spaltbar werden. Aus den über- und durcheinander liegenden Pflanzenresten lassen sich trotz ihrer Menge in der Regel nicht viele zur Bestimmung geeignete aussondern. Aus einer Serie wurden von H. Engelhardt (Wissensch. Mitteil., l. c. XII, 1912, S. 632) die folgenden Arten bestimmt, die nach Engelhardts Ansicht für oligozänes Alter der betreffenden Schichten zeugen;

Arundo Goepperti Münt. sp.
Poacites lepidoides Englh.
Cyperus Chavannesi Heer.
Cyperites alternans Heer.
Rhamnus Eridani Ung.
Eugenia Appolinis Ung.
Palaeolobium sotzkianum Ung.
Palaeol. haeringianum Ung.
Sophora europaea Ung.
Cassia phaseolites Ung.
Cass. Zephyri Ett.
Cass. Feroniae Ett.

Mit den Pflanzenresten zusammen kommen in den Mergelschiefern fast stets, wiewohl nicht reichlich, *Cypris*-Schalen und lagenweise Sumpfschnecken vor, hauptsächlich *Planorben*, leider zumeist zerpreßt und nicht sicher bestimmbar.

Mehr Flözausbisse sind auf dem linken Ufer der Großen Usora vorhanden. Ein minder gut aufgeschlossener befindet sich gleich südlich von dem besprochenen Profil des rechten Ufers, zeigt jedoch das entgegengesetzte Einfallen, weil zwischen beiden Schollen ein Verwurf durchzieht. Hingegen liegen einige Ausbisse in der Uferlehne und im Flusse südlich von der Mündung des Gomjenicabaches in der streichenden Fortsetzung des Aufschlusses von Kremenje und dürften mit ihm unmittelbar zusammenhängen, wenngleich das Einfallen mehr gegen Südwesten gerichtet und flacher ist. Leider läßt sich die Flözentwicklung nicht im einzelnen vergleichen, weil in den linksseitigen Aufschlüssen nur Teile des Hauptflözes offen sind. Man sieht bei tiefem Wasserstande zwei je 2 bis 3 m mächtige Kohlenbänke eine Strecke in den Fluß hineinstreichen, von dessen Alluvien sie weiterhin verdeckt werden. Sie sind auch in der Uferlehne teilweise offen und etwas weiter südlich ist noch eine beiläufig 3·5 m mächtige Kohlenbank entblößt. Diese ist unrein, von mehreren Mergeleinschaltungen und Schmierblättern durchzogen, an Absonderungsflächen voll Gipsausscheidungen. Auch die Kohle der Mittelbank ist am Ausbisse stark vertaucht, nur die Hangendbank scheint ziemlich reine Kohle zu führen. Anscheinend entsprechen diese drei Kohlenbänke des Gomjenica-Profiles der Liegendpartie des Kremenjeprofiles,

Wenige Hundert Schritte weiter südlich wurde nahe des Grundgebirges noch ein weiterer Flözausbiß durch einen Einbau bloßgelegt. Das Einfallen ist dem sonst südlich des Gomjenicabaches herrschenden entgegengesetzt unter 43° nach Nordosten gerichtet, so daß auch hier wieder eine Verwerfung anzunehmen ist. Die aufgeschlossene Flözpartie zeigt eine fast reine Kohlenführung von 3·5 m Mächtigkeit.

Der ausgedehnteste Aufschluß wird durch die nächst nördlichere, etwa einen Kilometer entfernte Flußschlinge bewirkt. Er befindet sich im sogenannten Rudopolje dort, wo der Fluß einen zu seiner Zeit sicher nicht ganz nahe am Ufer angelegten Bogomilenfriedhof derart unterwaschen hat, daß von den massiven Grabsteinen dieser mittelalterlichen christlichen Sekte bereits mehrere ins Wasser gestürzt sind.⁷⁵⁾ Die Länge des offenen Profiles beträgt über 100 m; bei dem flachen, nur in der Liegendpartie steiler (30°) nach Nordwest vom Flusse weg gerichteten Schichteneinfallen, ist die wahre Gesamtmächtigkeit des Profiles trotz seiner Länge gering. Da der größte Teil des Profiles unter der Hochwassermarken liegt, sind alle Schichten, insbesondere die Kohlenbänke am Ausbisse stark verwittert.

Das tiefste offene Liegende bilden graue, von eisen-schüssigen Bändern durchzogene Mergel, die lagenweise voll *Planorben* sind. Darüber liegt eine 60 cm starke Kohlenbank, worauf eine gegen 6 m mächtige Schicht von kohligem Mergelschiefer folgt, in deren Hangendpartie zahlreiche Schwefelkieskonkretionen sowie eine Lage von kopfgroßen Mergelknollen eingeschaltet sind. Diese harten festen Mergelknollen sind manchmal im Innern hohl und mit Kalzitausscheidungen überkleidet. Das darüber folgende Hauptflöz zeigt von unten aufwärts die folgende Gliederung:

1. Schieferige Kohle, mächtig 1·20 m
2. Grauer Mergelschiefer voll *Limnaeen*, *Planorben* und Pflanzenfetzen 0·40 „
3. Graugelber, etwas sandiger Mergel mit wulstigen Lagerflächen, nebst *Planorben* vereinzelt auch *Melanien* enthaltend 0·35 „

⁷⁵⁾ Es liegen hier noch 51 Bogomilensteine (Mramorje genannt), an welchen die Gegend von Teslić überhaupt reich ist.

4. Kohlenbank, durchschossen von einer Anzahl fingerstarker Mergel- und Kohlenschieferlagen, zum Teil überreich an zerpreßten *Planorben* 4·20 m
5. Hell gelbgrauer toniger Mergel mit welligen Schichtenflächen, reich an *Planorben*, lagenweise auch großen *Limnaeen* und verkohlten Pflanzenfetzen 0·40 „
6. Kohle, schieferig und stark durchwachsen von *Planorbis*-Mergeln 0·70 „
7. Kohle, rein 0·85 „
8. Kohlschiefer 0·30 „
9. Grauer blättriger Mergel, lagenweise reich an verkohltem Pflanzendetritus und *Planorben* 0·40 „
10. Kohle, ziemlich unrein 1·80 „
11. Gebänderter Mergel, sonst wie die 9. Schicht 0·95 „
12. Fester gelbgrauer Mergel 0·60 „
13. Mergel durchzogen von Kohlenschmitzen 0·30 „
14. Kohle, anscheinend wenig vertaubt.

Diese letztere Kohlenbank ist an einer Stelle 2·5 m mächtig, jedoch ist ihr Hangendes nicht zu sehen, weil das Profil durch eine Uferrutschung verschüttet ist. Auch ist es nicht sicher, ob damit der Abschluß des Hauptflözes erreicht ist. Von der 14·05 m betragenden Gesamtmächtigkeit der im Profile offenen Hauptflözpartie entfallen auf Kohle 10·70 m, wovon jedoch nur in der Mittelpartie ungefähr 2·5 m abbaufähig rein zu sein scheinen. Die in den Mergeln reichlich enthaltenen Fossilien sind meist plattgedrückt. Die in großer Menge auftretenden kleinen *Planorben* sind teils Jugend-, teils indifferente Formen, jedoch kommen auch große Exemplare von 2 bis 4 cm im Durchmesser vor, von welchen manche in ihrer Gestalt und in der schiefen Stellung der Zuwachsrippen an *Planorbis discus* Sow. erinnern, während andere besser mit *Plan. cornu* Bgt. übereinzustimmen scheinen. Die *Limnaeen* könnten zu *Lim. pachygaster* Thom. gehören; die *Melanien* stimmen mit den Formen von *Melania Pilari* Neum., die Dornen nur auf den unteren Windungen haben, überein.⁷⁶⁾

⁷⁶⁾ Vgl. Katzer: Die Braunkohlenablagerung von Banja Luka. Berg- und Hüttenmänn. Jahrbuch 1913, 41. Bd., Taf. I, Fig. 7, 8.

Auch in den beiden nördlichen, nach Westen geschwungenen Flußkehren oberhalb der Einmündung der Kleinen Usora sind Flözausbisse vorhanden, jeder von anderer Lagerung und jeder von anderem Detailprofil, jeder einer anderen Flözpartie in einer anders gestörten Scholle angehörig. Der südlichere, im Knezpolje unweit des 1. Kilometers der Blatnicabahn, fällt sehr steil nach Süden; der nördlichere, bei der Mühle im Riede Tabor nächst der Fabrikanlagen, unter 25° nach Südwesten ein. In jedem ist eine fast reine Kohlenbank von wenigstens 1.5 m Mächtigkeit offen, deren Identifizierung mit einer Flözpartie der südlicheren Profile jedoch wegen veränderter Beschaffenheit und ungenügender Aufschlüsse der Begleitschichten nicht möglich ist. Das Gleiche gilt von noch weiter nördlich vorhandenen Flözausbissen, deren einer in der südlichen Uferlehne der Kleinen Usora etwa einen halben Kilometer oberhalb ihrer Mündung, aus zwei flach nach Westsüdwesten einfallenden, durch ein 70 cm starkes Mergelzwischenmittel getrennten Kohlenbänken besteht, von welchen die liegende 1.2 m, die hangende 0.8 m mächtig ist. Ein anderer Ausbiß befindet sich an der Großen Usora, nicht ganz 1 km unterhalb der Einmündung der Kleinen Usora. Das unter 50° nach Südwesten verflächende Flöz ist hier nur teilweise mit etwa anderthalb Meter Kohlenmächtigkeit entblößt. In beiden Ausbissen sind die etwas lignitischen Kohlenbänke verhältnismäßig sehr rein, wonach es scheint, daß im ganzen nördlichen Ablagerungsabschnitte die Flöze zwar komprimierter entwickelt, aber weniger verwittert sind, als im südlicheren Ablagerungsteile.

Überall entlang der Usora zieht die Quartärdecke über die aberodierten Flözköpfe hinweg, die durch Abräumen des Diluviums leicht freigelegt werden können. Darauf beruht die tagbaumäßige Gewinnung der Kohle, welche die Fabrik in Teslić seit einigen Jahren für den eigenen Verbrauch betreibt und von welchem erst kürzlich auch zum untertägigen Grubenbau übergegangen wurde. Die diluviale Abstrationsfläche ist wellig, zuweilen selbst tief ausgesackt, so daß die Mächtigkeit der Schotter, mit welchen die quartäre Ausebnung beginnt, von Ort zu Ort wechselt. Im Mittel schwankt sie zwischen 2 bis 4 m und wird nur ausnahmsweise in einzelnen Kolken größer. Über dem Schotter folgt gewöhnlich eine durchschnittlich 1 m mächtige, lokal ziemlich sandige oder lößartige Lehmschicht und darüber der

Rasen. (Vgl. Abb. 48.) Den durchlässigen Schottern gegenüber wirken die unterlagernden Mergelschichten wasserstauend, wodurch ein anhaltender, aber leider seicht gelegener Grundwasserhorizont bedingt ist, aus welchem in den tieferen Taleinschnitten Quellen zutage treten. Eine größere darunter ist die sogenannte Novakquelle im Rudopolje unmittelbar unter dem oben gedachten Bogomilenfriedhof.

Die zahlreichen und zum Teile sehr mächtigen Flözausbisse in den tiefsten Talfurchen beweisen untrüglich die reiche Kohlenführung der Oligomiozänablagerung von Teslić, lassen zugleich aber auch ihre wechselnde Entwicklung und die stark gestörte Lagerung erkennen. Zufallsentblößungen, z. B. bei Grundaushreibungen im engeren Fabriksterrain von Teslić, sowie bergmännische Einbaue haben für beides Bestätigungen erbracht. Es genügt, einige Beispiele herauszugreifen.

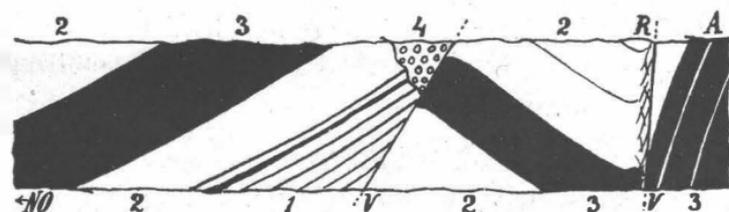
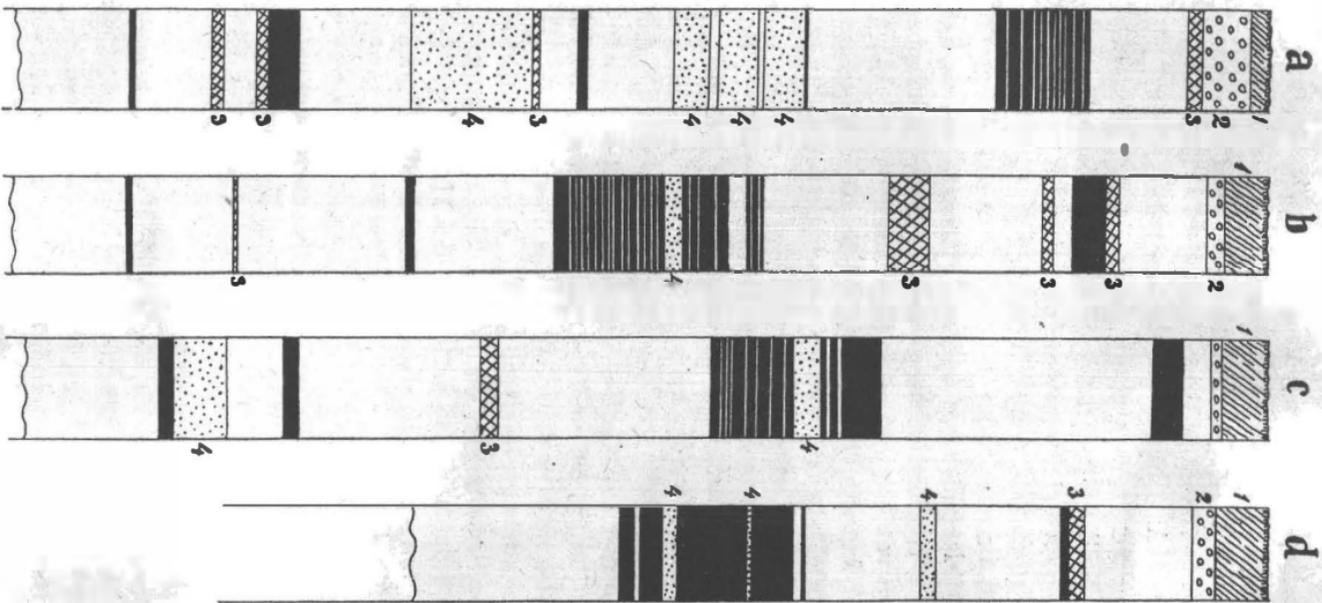


Abb. 47. Profil, erschlossen durch einen Schurfstollen im Pavlušagraben südlich von den Fabrikanlagen in Teslić.

1 = Graue, dünn-schichtige Kalkmergel, in der Hangendpartie ein Kohlenflözchen einschließend. 2 = Gelbe und graue, grobbankige milde Mergel. 3 = Kohlenbänke. 4 = Diluvialer Schotter. *V* = Verwürfe. *R* = Verruschelung. Bei *A* Ausbiß, bzw. Mundloch des in nordöstlicher Richtung vorgetriebenen Stollens.

Im Tale des Pavlušapotok, ungefähr 2 km südlich von der Fabrik in Teslić, wurde an einem Ausbiß in der rechtsseitigen Uferlehne mit einem Schurfstollen vorgegangen, welcher trotz der geringen Ausfahrung von zirka 12 m ein kleines Musterbild der Störungen darbot, von welchen das Kohlenterrain von Teslić zerstückelt wird (Abb. 47). Die am Ausbiß, bzw. Stollenmundloch, durch Verwitterung aufgeblätterte und zermürbte, mindestens 1,5 m mächtige Kohlenbank zeigte steiles Verfläachen nach 4 St. red. Es folgte alsbald ein unter 86° gleichsinnig einfallender, von



In allen bedeutet: 1 = Erdreich und Rasen. 2 = Schotter.
 3 = Süßwasserkalk. 4 = Sandstein, bzw. sandiger Tegel.
 Weiß = Mergel. Schwarz = Kohle und Kohlschiefer.

Abb. 48. Bohrlochprofile der Braunkohlenablagerung von Teslić.
 Das Bohrloch *a* wurde in der Nähe der Eisenbahnbrücke über den Pavlušagraben, die Bohrlöcher *b*, *c* und *d* zwischen diesem Graben und der Großen Usora im Süden der Fabriksanlagen von Teslić abgestoßen. Alle vier Profile, welche die starke Veränderlichkeit der Entwicklung der Flöze deutlich veranschaulichen, sind im gleichen Maßstab 1:800 d. N. gezeichnet.

einer Ruschelzone begleiteter Verwurf, jenseits dessen eine 1 m starke, unter 38° nach Südwesten (15 St.) verflächende Kohlenbank durchfahren wurde, die an einem unter 60° nach 3 St. einfallenden zweiten Verwurf absetzte. Dieser scheint Anlaß zu einer Auskolkung geboten zu haben, welche, mit diluvialen Deckenschotter erfüllt, am rechten Urm von der First in den Stollen hineinragte. Jenseits des Verwurfes verflächten die Schichten, welche wieder eine 1.5 m mächtige Kohlenbank einschließen, unter 30° nach 2 St. Es ist möglich, daß diese und die erste Kohlenbank identisch sind, die zweite gehört aber jedenfalls einer anderen Flözpartie an, so daß hier in einer geringfügigen räumlichen Erstreckung offenbar Verwerfungen von beträchtlicher Höhe stattgefunden haben.

Von den Aufschlußbohrungen, welche zur Klarstellung der Flözentwicklung in dem Usora-nahen Ablagerungsbereiche ausgeführt wurden, haben einige eine so sehr verschiedene Kohlenführung in kurzen Distanzen erwiesen, daß sie nur durch Verwerfungen, die zwischen den Bohrlöchern durchziehen, erklärt werden kann. Z. B. durchsank eine gleich südlich von der Fabrik, bei der Eisenbahnbrücke über den Pavluša-Graben angesetzte Bohrung das in 16.2 m Teufe erreichte Hauptflöz mit 8.65 m Totalmächtigkeit, wovon 6.85 m auf Kohle (Abb. 48 a) entfielen. Ein etwas über 100 m östlich davon niedergetriebenes Bohrloch durchörterte aber bis 69.8 m Teufe nur Kohlenschmitze, die nach Analogie mit anderen Aufschlüssen jedenfalls dem Liegenden des Hauptflözes angehören, was mit Rücksicht darauf, daß sich die Schichten vom ersten Bohrloch nach Osten ausheben können, normal wäre. Dieses zweite Bohrloch liegt jedoch zwischen der ersten Bohrung und dem Usoraausbiß bei der Tabormühle und hätte bei ungestörter Lagerung dieses letztere Flöz durchsinken müssen. Da es nicht der Fall war, ist anzunehmen, daß zwischen der Großen Usora und dem zweiten Bohrloch eine Verwerfung durchzieht.

Ungefähr einen Kilometer weiter südlich wurden östlich des Pavluša-Tales mehrere Bohrlöcher abgeteuft, von welchen drei (Abb. 48 b, c, d), 240 und 350 m voneinander entfernt angesetzte, das Bauflöz in ziemlich gleichen Teufen und in der oben erläuterten, durch lokale Verhältnisse bedingten, übrigens nicht sehr beträchtlich verschiedenen Ausbildung durchsanken. Ein ganz verschiedenes Profil ergab jedoch ein einige hundert Schritte weiter nördlich niedergetriebenes

Bohrloch, welches bei normaler Lagerung relativ hohe Hangendschichten des Hauptflözes hätte durchsinken müssen. Es traf jedoch in der ungefähren Tiefenlage des Hauptflözes zwei, durch 1.5 m starke taube Mittel voneinander getrennte, je 2 m mächtige Kohlenbänke an, die wahrscheinlich der Liegendschichtenzone angehören, in welchem Falle nahe des Bohrloches abermals ein Verwurf durchziehen müßte. Das ist übrigens wahrscheinlicher als etwa die Annahme, daß nahezu im Streichen in einer Entfernung von bloß 250 m eine ganz ungewöhnliche Änderung der Flözausbildung stattgefunden habe, indem das Hangendflöz, abgesehen von der Zweiteilung durch die 1.5 m mächtige taube Einschaltung, auf die doppelte Kohlenmächtigkeit angeschwollen, das nur 16.4 m tiefer gelegene Hauptflöz aber auf 3.9 m zusammengeschumpft sei.

Möge eines oder das andere zutreffen: jedenfalls zeigen die vorstehenden Beispiele, daß die Kohlenführung des südlichen Hauptabschnittes der Teslićer Ablagerung durch Änderungen sowohl in der Entwicklung als auch insbesondere durch Störungen in hohem Grade beeinflußt wird und infolgedessen öfters schon auf kurze Distanzen große Verschiedenheiten aufweist, wodurch der Abbau erheblich erschwert werden kann. Das vorhandene Kohlenvermögen darf wohl auf 50,000.000 Tonnen geschätzt werden; mit Rücksicht auf die partienweise beträchtlichen Vertaubungen, die vielen Störungen und die wahrscheinlich schwierige Wasserhaltung dürfte jedoch unter den heutigen Verhältnissen kaum ein Viertel davon abbaufähig sein, — bei der günstigen Lage des Vorkommens und der ziemlich guten Qualität der Kohle immerhin ein respektables Quantum.

Die Kohlenführung der Ablagerungsausbuchtung nördlich der Kleinen Usora ist unbedeutend. Geringe Flözausbisse sind südlich von Rankovići sowie südlich und südwestlich vom Krizberge (352 m) im Gebiete von Ružević vorhanden. Die letzteren, welche aus einigen von tonigen Mergelschiefern begleiteten, spannenstarken Schmitzen unreiner Kohle bestehen, wurden beim Bau der Waldstraße bloßgelegt. Sie fallen nach Nordwesten, also von der oben gedachten Grundgebirgsinsel gegen das Beckeninnere zu ab, und bilden mit ihren Begleitschichten den Gegenflügel dervom nördlichen und westlichen Rande der Ablagerung gegen die Mitte einfallenden Konglomerate und Mergel. (Vgl. Abb. 45.)

Der Ausbiß bei Rankovići liegt unmittelbar den Konglomeraten auf und eine Sandsteinbank erscheint noch in seinem Hangenden, so daß es sich hier jedenfalls um einen Liegendschmitz handelt. Er ist etwa 80 cm mächtig, enthält aber nur etliche schmale Bänder reiner Kohle, sonst Kohlen-schiefer und blaugraue Tonmergel.

Ziemlich hoch in seinem Hangenden sind lichtgraugelbe Cyprismergel entwickelt, die auch Fischreste, hauptsächlich Schuppen, enthalten und aus welchen eine kleine Kollektion von Pflanzenresten stammt, worunter H. Engelhardt (Wiss. Mitt. l. c. XII, S. 601) bestimmen konnte:

Poacites sp.

Myrica banksiaefolia Ung.

Banksia haeringiana Ett.

Dalbergia retusaefolia Web. sp.

Diese Florula besitzt entschieden oligozänen Einschlag.

Ein scheinbarer Flözausbiß östlich von Redžići, im Rücken zwischen den beiden Quellarmen des Osivcabaches, besteht lediglich aus einigen Lagen hochbituminöser, mit verkohlten Pflanzenresten überfüllter und daher schwarz erscheinender verkieselter Mergel, welche auch eine Fülle von *Planorben*, *Melanopsiden*, *Hydrobien*, nebst einzelnen *Congerien* enthalten, deren Schalen ebenfalls in Kieselsäure umgewandelt sind. Bemerkenswerterweise beschränkt sich die Verkieselung auch hier auf einzelne Schichten.

Die Braunkohle von Teslić ist von ziemlich wechselnder Beschaffenheit, zum Teil schieferig, durch Verwitterung aufblättern, oft aschen- und schwefelreich; zum Teil grobschichtig, klotzig brechend, nicht leicht zerfallend, dicht, von schwarzbrauner Farbe und mäßigem, etwas fettigem Glanz, oder aber gebänderte Kohle von abwechselnd mattem und sehr hohem Glanz; zum Teil auch eine schöner Glanzkohle von schwarzer Farbe und muschligem Bruch, zuweilen allerdings von etwas lignitischer Textur. Der kalorische Effekt wechselt demnach auch zwischen zirka 3500 bis 5000 Kal. Von den folgenden Elementaranalysen bezieht sich *a* auf die reine Kohle aus einer Schurfrösche am Gomjenica-Ausbiß, *b* auf die Kohle der Mittelbank im Rudopolje-Ausbiß.

	<i>a</i>		<i>b</i>
Kohlenstoff	58·12 %	.....	56·11 %
Wasserstoff	4·02	„	3·92 „
Sauerstoff, Stickstoff u. a.	18·11	„	16·57 „
Hygroskop. Wasser	10·60	„	14·90 „
Asche	9·15	„	8·50 „
Schwefel verbrennlich	1·84	„	1·24 „
Heizwert berechnet	5149 Kal.		4949 Kal.

Das eine isolierte Scholle bildende **Kohlenvorkommen von Žarkovina** kann als durch Störungen und Erosion abgetrennter nordöstlicher Ausläufer der Braunkohlenablagerung von Teslić angesehen werden, weil es nicht ausgeschlossen ist, daß in der Ebene unterhalb des Zusammenflusses der Kleinen mit der Großen Usora das kohlenführende Binnenland-oligomiozän unter der Quartärdecke bis zur Talenge bei Žarkovina fortsetzt. Die offene Erstreckung der Ablagerung beträgt indessen kaum ein Drittel Quadratkilometer, wovon wieder höchstens die Hälfte produktiv ist. Schon daraus erhellt, daß das Kohlenvermögen dieser Scholle, welcher gegenüber das Tertiär in der Usoraebene, falls es dort vorhanden ist, abgesunken sein würde, seiner Geringfügigkeit wegen bergwirtschaftlich belanglos ist. Daran würde auch nicht viel geändert werden, wenn das Flöz vom oben verzeichneten Ausbiß in der Großen Usora östlich von Ružević bis in das Gelände von Žarkovina fortstreichen würde, weil dieser, übrigens auch nur wenig ausgedehnte Flözteil, im Inundationsgebiete des Flusses doch schwerlich abgebaut werden könnte.

Die Scholle von Žarkovina wird im Osten und Norden von Gabbro, im Westen von tuffitischem Sandstein begrenzt und taucht im Süden unter das Usoraquartär unter. Die Tertiärschichten setzen am Gobbro, welcher von der Krtoviće šuma, wo er in Diabas übergeht, in einem schmalen Bergrücken bis ins Usoraral hinabreicht, an einer etwa dem Laufe des Žarkovinabaches entsprechenden Verwerfung scharf ab und auch die westliche Grenze gegenüber den jungmesozoischen oder eozänen tuffitischen Sandsteinen scheint durch eine Störung bewirkt zu sein. (Abb. 49). Die Tertiärschichten fallen nordostwärts scheinbar unter den Gabbro ein. Sie bestehen in der Liegendpartie aus graubraunem, pressungslassigem, von einer Menge verkohlter Pflanzenreste und einzelnen Kohlenschmitzchen durchzogenem Kalksandstein,

der in der Tiefe wahrscheinlich in Konglomerat übergeht; und in der Hangendpartie aus einer Schichtenfolge von gelbgrauen und dunkelgrauen Mergeln, welchen das stark von Mergelschiefern durchwachsene Kohlenflöz eingeschaltet ist. Es ist durchschnittlich etwa 2 m mächtig, an einer Stelle, wohl infolge einer Stauchung gegen 4 m, und mehr

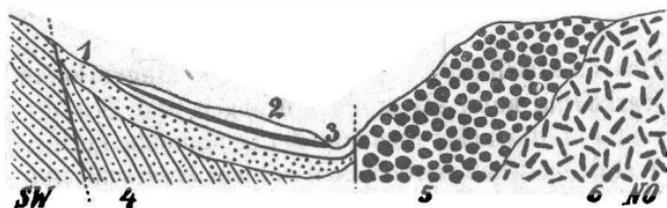


Abb. 49. Profil durch die Braunkohlenablagerung von Žarkovina.

1 = Konglomeratstufe. 2 = Mergelstufe mit dem Kohlenflöz 3.
4 = Tuffitischer Sandstein. 5 = Gabbro. 6 = Diabas.

als zur Hälfte vertaubt. Die Kohle ist teils schieferig und leicht aufblätternnd, teils eine Glanzkohle von samt schwarzer Farbe und kleinmuschligem Bruch. Eine technische Analyse der letzteren ergab:

Feuchtigkeit.....	12·20 %
Asche.....	8·16 %
Entgasungsrückstand (aschefrei)	40·20 %
Heizwert nach Berthier	4980 Kal.

Die Kohle ist eine schwach sinternde Sandkohle.

Das Vorkommen wurde zweckloserweise mittels gedrängt situierter Stollen und Gesenke sehr intensiv beschürft.

In der 3 km langen Strecke von Žarkovina bis Djedovina ist das Tal der Großen Usora eingengt durch die bewaldeten Diabaslehnen der Krtoviće šuma und des Milinovića brdo im Norden, der Cerovac kosa und des Liepo brdo im Süden sowie durch die sich hier anschließenden Serpentinausläufer des Stražbabergeres und den Eozänkalkfelsen nördlich von Mrkotići. Von diesem ostwärts öffnet sich das Usoratal in ein 3 km breites Feld, welches sich 14 km weit bis zur Enge nördlich von Žabljak erstreckt. Diese beckenförmige Ausweitung liegt im Bereiche leicht erodierbarer kohleführender Oligomiozänbildungen, welche auch die beiderseitige hügelige

Umrandung der Talebene aufbauen, u. zw. im Norden nur als schmaler Streifen, auf der Südostseite jedoch in beträchtlicher Ausdehnung

Diese **Braunkohlenablagerung von Tešanj-Jelah** hat den beiläufigen Umriß eines Dreieckes, dessen Basis von Djedovina südostwärts bis zum Čatin greben südlich von Tešanj zieht und dessen Scheitel bei Lepenica südwestlich vom Zusammenflusse der Usora mit der Bosna liegt. Sie nimmt eine Fläche von rund 75 km^2 ein und gliedert sich in zwei Stufen: unten Konglomerate und Sandsteine, vielfach durchschossen von bunten Tonen; oben Mergel mit untergeordneten Süßwasserkalken. Im Westen und Norden liegen die letzteren mehrfach direkt auf dem Grundgebirge, so daß, da die ältesten Schichten hauptsächlich im Osten entwickelt sind, die Lagerung einseitig, nach Westen übergreifend zu sein scheint. Auf der Nordseite des Usorafeldes, zwischen Podkućnice und Šivša sind infolge der äußerst mangelhaften Aufschlüsse die Verhältnisse leider nicht klar; es scheint jedoch, daß hier tonreiche, tief lehmig verwitterte Mergel der hangendsten Partie des Tešanj-Jelahaer Oligomiozäns unmittelbar von sandig-lettigen Schichten überlagert werden, welche dem tiefsten Pliozän angehören könnten. Sie lagern fast schwebend, oder besitzen sehr flaches Einfallen nach Nordosten, während die Mergel etwas steiler nach Nordwesten verflachen. Zwischen beiden treten stellenweise hellgraue plastische Kalktone mit löbkindartigen kleinen Kalkknuern auf, ähnlich jenen, die öfters im jüngeren Mediterran Nordbosniens vorkommen. Nur enthalten diese letzteren Tone im Schlämmrückstand stets Foraminiferen, welche bis jetzt in den ersteren nicht nachgewiesen werden konnten. Es scheinen demnach die besagten Kalktone keinen marinen Zwischenhorizont zu repräsentieren, sondern lediglich eine Eluvialbildung der Oligomiozänschichten nach ihrer Trockenlegung und vor der ausgreifenden Pliozäntransgression zu sein.

Das Grundgebirge, welchem die Braunkohlenablagerung von Tešanj-Jelah aufliegt, ist sehr abwechslungsreich, weil die verschiedenen daran beteiligten Formationen und Gesteine meist nur geringe räumliche Verbreitung besitzen. Im Osten sind es von Šije bis Trepce bunte Plattenkalke und kieselige Schichten mit Rudisten sowie Radiolarite, Mergel und Sandsteine der Oberkreide, weiter südlich bis Dobropolje

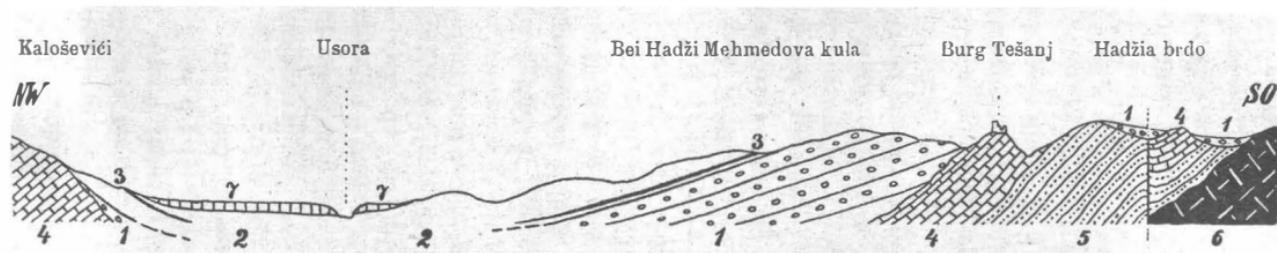


Abb. 50. Profil durch die Braunkohlenablagerung von Tešanj-Jelah.

1, 2 und 3: Oligomiozän, u. zw.: 1 = Konglomeratstufe (Konglomerate, Sandsteine, bunte Tone); 2 = Mergelstufe; 3 = Kohlenflöz. 4 = Eozänkalk. 5 = Tuffitischer Sandstein. 6 = Serpentin. 7 = Quartär der Usoraebene.

Das Profil ist beiläufig dreimal überhöht.

tuffitische Sandsteine und bei Jablanica Serpentin; im Norden beiderseits der Usora Eozänkalke, darunter prächtige Nummulitenkalke; im Süden und Südwesten Melaphyr, Serpentin, Hornblendegesteine und tuffitische Sandsteine, auf welchen noch einzelne Eozänkalkschollen liegen. Bei Dobropolje südöstlich von Tešanj reichen die Sandsteine und Kalke, aus welchen die Quelle kommt, welche Tešanj mit Trinkwasser versorgt, in einem Ausläufer bis zum Tale der Tešanjaska rijeka und nördlich davon ragt aus den hier rundum herrschenden Konglomeraten des Binnenlandtertiärs eine Grundgebirgsinsel heraus, welche vom engeren Stadtgebiete von Tešanj eingenommen wird. Sie besteht im Südosten bis zum Rücken des Hadžia brdo (396 m) aus von Melaphyr mehrfach durchsetztem Tuffitsandstein, im übrigen aber aus Eozänkalk, welcher auch den Felskegel bildet, auf welchem sich inmitten der Stadt die noch recht wohl erhaltene, aus dem 12. Jahrhunderte stammende imposante Burg erhebt, welche einstmals der Sitz der Herzoge des Gaues Usora war. (Vgl. Abb. 50.)

Wie erwähnt, sind im Osten der Oligomiozänablagerung von Tešanj hauptsächlich Konglomerate mit bunten Tönen verbreitet. Sie erstrecken sich von Mravići und Lepenica im Norden über Šije, Novoselo, die Umgebung der Eozäninsel von Tešanj bis zum Čatin greben im Süden und bis Džemilići im Westen und kommen auch noch bei Mrkotići zutage. Die Konglomerate, welche in starken Bänken abge-sondert zu sein pflegen, besitzen meist ein reichliches, tonig-kalkiges Bindemittel und sind daher ziemlich mürbe sowie an der Oberfläche häufig in lehmigen Schotter aufgelöst. Sie enthalten überwiegend kleine, stellenweise, z. B. bei Čifluk und Šije, jedoch auch sehr große Gerölle, selbst Blöcke, bei weitem vorherrschend von Kalksteinen, worunter Eozänkalke den Kreidekalken gegenüber an Menge zurückstehen. Andere Gesteinsgerölle sind in der Regel völlig untergeordnet, außer etwa wenig abgerollten Radiolaritbrocken. Nur am südwestlichen Rande der Ablagerung, von der Südperipherie von Tešanj bis gegen Planje, besonders bei Kajmići, beteiligen sich an der Zusammensetzung der Konglomerate reichlich auch Gerölle von Serpentin, Diabas, Hornblendegesteinen, Sandstein usw. Die bunten, roten, grünen und braunen Tone, welche gewöhnlich mit den Konglomeratbänken unregelmäßig wechsellagern, sind manchmal so mächtig entwickelt, daß die

Konglomeratlagen in ihnen lediglich wie einzelne Bänder erscheinen. Da es nur unterbrechungsweise, hauptsächlich in den Randpartien der Fall ist, handelt es sich sichtlich um Absätze leichter Sinkstoffe in ruhigen Buchten, in welche nur zeitweilig gröbere Materialien eingeschwemmt wurden. Die roten Tone pflegen am gleichmäßigsten zu sein; die grünen sind zumeist sandiger und enthalten nicht selten auch größere Brocken von Serpentin, Diabas u. dgl.

Der Übergang von der Konglomerat- in die Mergelstufe ist überall, wo er zu beobachten ist, allmählich, bewirkt dadurch, daß die grünen Tonzwischenlagen zunächst die roten völlig verdrängen, zugleich gegenüber den auf einzelne schwache Bänke reduzierten Konglomeraten vorherrschend und sodann nach aufwärts immer reichlicher von Mergeln durchsetzt werden, bis diese allein herrschen. Sehr schön ist dieser allmähliche Übergang bei Vukovo nordwestlich und am Alibegoviča brdo bei Kajmići westlich von Tešanj zu verfolgen. Die tieferen sandigen Mergel oder Tegel pflegen reich an *Cypris*-Schalen, gröber sandige Lagen des darüber folgenden Horizontes mit spitzschnabeligen *Congerien* aus der Verwandtschaft der *Conger* *Gnezdai* Brus. erfüllt zu sein. Die nur lokal entwickelten Süßwasserkalke und hell graugelben, stark tonigen Mergel enthalten stellenweise eine Unmasse von *Melanopsis* cf. *Šoštarići* Brus., daneben hauptsächlich *Melania Pilari* Neum. und *Mel. verbasensis* Neum. mit ihren Verbindungsformen, *Neritodonten* mit drei braunen Spiralbändern, am besten übereinstimmend mit *Neritodonta xanthozona* Brus. und vereinzelt auch *Congerien*. Diese Schichten sind zwischen dem Han Alići und Kajmići und im flachen Rücken, der über Jovadžije gegen Jelah zieht, sowie am Kruštikhügel nordwestlich von Tešanj verbreitet und in der südlichen Erstreckung in mehreren kleinen Steinbrüchen gut aufgeschlossen. Denn trotzdem das Gestein bis auf einzelne Lagen sehr weich ist und leicht sandig zerfällt, wird es doch für Bauzwecke gewonnen. Die aus den lehmig zersetzten milden Mergeln herausgewitterten Versteinerungen bedecken an vielen Stellen den Boden in großer Menge. In der Abdachung gegen die Usora sind die Schichten an der Oberfläche zumeist in tiefen Lehm aufgelöst und bieten fast gar keine Aufschlüsse.

Das gleiche gilt, wie schon erwähnt wurde, von dem östlichen Abschnitt der Ebeneumrandung auf der anderen,

nördlichen, Seite des Flusses. In der westlichen Partie zwischen Djedovina und Podkučnice hingegen gibt es einige recht gute Aufschlüsse, insbesondere zwischen Vrela, Bobare und Drinčiči. Hier breiten sich stark aberodierte Kalksandsteine und sandige Mergel, welche eine Fülle spitzschnabeliger *Congerien* der *Gnezdai*-Gruppe einschließen, unmittelbar auf Eozänkalk aus. Sie gehen nach aufwärts in milde Tonmergel über, welche bei Kaloševiči ein Kohlenflözchen enthalten. (Abb. 50).

Die Kohlenführung der Binnenlandoligomiozänablagerung von Tešanj-Jelahscheint sehr bescheiden zu sein, wenigstens machen die spärlichen Flözausbisse ganz und gar keinen höffigen Eindruck. Das soeben erwähnte Kohlenflözchen bei Kaloševiči beißt im Graben des Bujadin potok, nördlich unterhalb der Häusergruppe von Djedovina aus. Es besteht bei einer Gesamtmächtigkeit von kaum einem halben Meter aus einigen handbreiten Schmitzchen von schwarzer, matt glänzender, lignitischer Kohle, die lehmig zersetzten, grauen Mergeln eingeschichtet sind. Das Liegende ist nicht entblößt, weshalb ohne entsprechende Einbaue nicht entschieden werden kann, ob nicht etwa unter den ausbeißenden noch weitere Schmitze aufsetzen. Versprechend ist das Vorkommen jedoch keinesfalls. Eine Partialanalyse der Kohle ergab:

Hygroskop. Wasser	13-30 %
Asche	18-70 „
Heizwert nach Berthier	3795 Kal.

Ähnliche geringfügige Kohlenschmitze ohne nennenswertes streichendes Anhalten sind auch in der Osjelina njiva der Gemeinde Vrela und im Bacheinrisse unterhalb der Džamia von Bobare beobachtet worden und dürften gelegentlich bei Erdbeben u. dgl. auch anderwärts zum Vorschein kommen.

In der Erstreckung der Tešanj-Jelaher Ablagerung südlich der Usora sind Kohlenausbisse nur auf der Südwestseite bekannt geworden, u. zw. südwestlich und südlich von Tešanj. Die ersteren befinden sich teils in der Nähe der Hadži-Mehmedova kula, von welcher nördlich in den Feldern unterhalb des Tešanjer Weges sich kohlige Streifen bemerkbar machen; teils eine Strecke weiter süd-

westlich nahe der Straße nach Planje bis über den Han des Ibrahimaga Čerkalović hinaus. Der Kohlenzug, welchem diese durchwegs unbedeutenden Ausbisse angehören, liegt nahe der Konglomeratgrenze und hat grüngraue sandige Tegel zum Liegenden und hell gelbgraue *Cypris*-Mergel zum Hangenden. Das Flöz selbst, dessen größte offene Mächtigkeit zirka 80 cm beträgt, pflegt von grauem oder bräunlichem, sich in fetten Lehm auflösendem Letten begleitet zu sein und wird von kohligem Mergeln durchschossen, die stellenweise eine außerordentliche Fülle von zerpreßten Versteinerungen enthalten, insbesondere dünnschaligen *Congerien*, *Planorben* und *Melanopsiden*, seltener *Melaniden*. Die Kohle ist zwar eine dichte Glanzkohle von schwarzer Farbe und kleinsmuscheligen Bruch, tritt im Flözausbisse zumeist aber nur in Form dünner Schmitzchen auf, die bloß stellenweise auch auf einige Zentimeter anschwellen. Der Ausbiß bei der Hadži-Mehmedova kula wurde vor Jahren vom damaligen Kohlenindustrieverein (vgl. S. 112, Not.) beschürft, die Schürfung wurde aber bald als hoffnungslos aufgegeben.

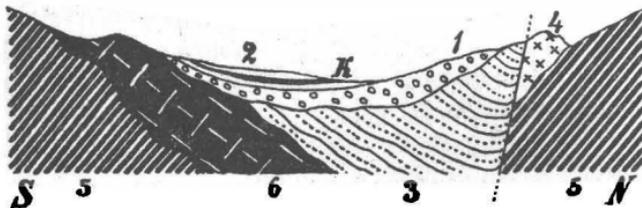


Abb. 51. Profil des Braunkohlenvorkommens im Dorfe Mekiš.

1 = Konglomeratstufe. 2 = Mergelstufe mit dem Kohlenflöz *K* des Binnenlandoligomiozäns. 3 = Tuffitsandstein. 4 = Mergeliger Kreidekalk. 5 = Hornblendit. 6 = Serpentin.

Südlich von Tešanj tritt der, soweit bekannt, mächtigste Kohlenausbiß der ganzen Tešanjer Ablagerung, leider nur in einer isolierten Scholle der produktiven Hangendstufe des Binnenlandtertiärs, im Dorfe Mekiš zutage. Diese nur einige Hundert Quadratmeter große Scholle lagert in einer kleinen Ausbuchtung des Grundgebirges nordwestlich vom Sattel Čatin greben und wird im Osten und Süden von der hier vorzugsweise aus Serpentin sandstein und bunten Tonen bestehenden Konglomeratstufe unterlagert, deren Schichten unter mittleren Winkeln nach Südwest einfallen. Auf der

Westseite bildet die Umrandung Serpentin und im Norden teilweise druckflaseriger Hornblendit, welchem eine Scholle von mergeligem Kreidekalk aufliegt, aus dem die Quellen bei der nördlichen Häusergruppe des Dorfes hervorbrechen. (Abb. 51.) Das Flöz, welches von grauem Schiefertone und Letten begleitet wird, ist am Ausbiß oberhalb des Mandukié-Gehöftes gegen 2 m mächtig und führt eine nur von wenig tauben Blättern durchsetzte, schieferige, durch Verwitterung aufblätternde Kohle von fast schwarzer Farbe, erdbraunem Strich und fettigem Glanz. Eine Partialanalyse ergab:

Hyroskop. Wasser	13.40 %
Asche	9.16 %
Heizwert nach Berthier	4886 Kal.

Die Kohle ist eine gasreiche, schwach sinternde Sandkohle, welche kalte Kalilauge dunkelbraun färbt. Der quantitativ nicht bestimmte Schwefelgehalt scheint ziemlich groß zu sein. Trotz der verhältnismäßig beträchtlichen Mächtigkeit und Reinheit des Flözes ist das Kohlenvorkommen von Mekiš seines geringen Umfanges wegen bergwirtschaftlich ohne Bedeutung.

Da andere Kohlenausbisse in der ganzen oligomiozänen Ablagerung von Tešanj-Jelah nicht bekannt sind, könnte noch in Frage kommen, ob nicht in der Mitte des Beckens, etwa östlich von Jelah, eine stärkere und bessere Kohlenführung durch entsprechende Einbaue erschlossen werden könnte. Leider muß im Hinblick auf die geschilderte Entwicklung der Ablagerung und das vollständige Fehlen von Kohlenausbissen in ihrer östlichen und nördlichen Erstreckung gesagt werden, daß kaum eine Aussicht darauf besteht, so daß die Braunkohlenablagerung von Tešanj-Jelah zu den am wenigsten hoffigen Bosniens gezählt werden muß.

Nicht viel besser steht es mit der **Braunkohlenablagerung von Pribinić**, welche sich westlich von der Ablagerung von Teslić und von ihr durch einen 2 bis 3 km breiten Serpentinriegel getrennt, beiderseits der kleinen Usora ausbreitet. Sie erstreckt sich von den Hügeln auf der Ostseite des Rogošnica-ales nordwärts bis Malići und Klupe in einer Längsausdehnung von 7 km bei einer zwischen 2 und 3.5 km wechselnden Breite und nimmt eine Fläche von ungefähr 20 km² ein. Davon entfällt auf die Erstreckung nördlich der Kleinen Usora nur ein

unbedeutender Anteil; die Hauptausdehnung liegt südlich des Flusses, wo sie das flachere hügelige Vorland der Borja planina einnimmt.

Das Grundgebirge, welchem die Braunkohlenablagerung von Pribinić aufliegt, besteht zum allergrößten Teil aus Serpentin; nur am westlichen Rande, von der Džamija im Sabanovići-Dorfteile von Pribinić bis Klupe, beteiligen sich an der Umrandung auf einer kurzen Strecke paläozoische Gesteine und sodann jungmesozoische Radiolarite und Tuffite. Das Auftauchen des aus Glimmerphylliten, Sandsteinen und Kalkschollen bestehenden Paläozoikums inmitten des jungmesozoischen bis alttertiären Serpentinegebirges ist bedingt durch eine große Störung, die sich aus der Mahnača planina westlich von Žepče über Blatnica, Pribinić, Jošavka, Mravinci, bis in die Kozara planina verfolgen läßt.⁷⁷⁾

Die Entwicklung des kohlenführenden Binnenland-Oligomiozäns von Pribinić ist die gleiche, wie in den anderen Ablagerungen des Usoragebietes: unten Konglomerate und Sandsteine mit bunten Tönen, darüber die produktive Mergelstufe.

Die Konglomeratstufe kommt nur am Nordrande der Ablagerung zutage, u. zw. in einem schmalen Streifen vom Rijekatale bis etwa 1 km unterhalb der Eisenbahnstation Pribinić, von wo sie bei Rožići auch auf das Südufer der Kleinen Usora übergreift, und dann wieder in geringer Ausdehnung bei Malići und Klupe. Die Konglomerate bilden meist nur verschieden mächtige linsenförmige Einlagerungen in den roten und grünen Tönen und sind von stark wechselndem Korn, gehen auch vielfach in Sandsteine über. Ihr Hauptbestandteil sind Gerölle von Kieselgesteinen, hauptsächlich grüngrauem Radiolarit, welchem gegenüber die sonstigen Gesteinselemente: Diabas, Gabbro, Serpentin, Phyllit, Kalkstein, so sehr untergeordnet sind, daß das Gestein durchaus als Kieselkonglomerat zu bezeichnen ist. Auch in den Sandsteinen, welche die Konglomerate begleiten, sich aus ihnen entwickeln, oder allein mit den bunten Tönen wechsellagern, sowie in dem Bindemittel der Konglomerate herrschen Kieselgesteinskörnchen bei weitem vor, die durch

⁷⁷⁾ Vgl. Kätzer: Die Eisenerzlagerstätten Bosniens und der Hercegovina. Wien 1910, S. 119.

ein kaolinitisches Bindemittel verkittet werden. Nur in den hangendsten Partien der Stufe ist das Bindemittel zuweilen auch kalkig, wie z. B. bei Malići, wo das Konglomerat als Baustein für die Kirche und Schule in Pribinić gewonnen wurde. Die grüngrauen Tonzwischenschichten zwischen den Konglomerat- und Sandsteinbänken erscheinen besonders in steil aufgerichteten gestörten Partien öfters druckschieferig und fest, so daß sie manchmal, zumal sie stets etwas glimmerig sind, das Aussehen älterer grüner Schiefer annehmen. Das von einer lokalen Störung durchsetzte Profil (Abb. 52), aufgenommen am rechten Usoraufer in der Nähe des Jägerhauses, gewährt in die Entwicklung der Konglomeratstufe instruktiven Einblick.

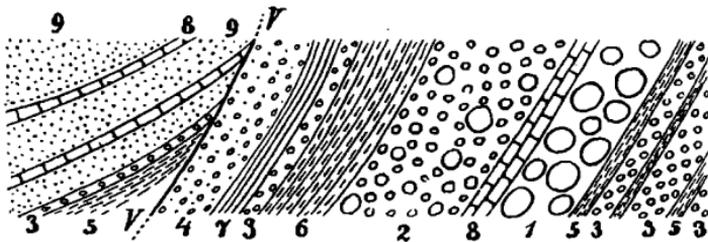


Abb. 52. Detailprofil der Liegendstufe des Binnenland-Oligozäns von Pribinić.

(Aufschluß am rechten Ufer der Kleinen Usora bei der Mühle in der Nähe des Jägerhauses.)

1 = sehr grobes; 2 = gemischtkörniges; 3 = normales
 4 = in Sandstein übergehendes Konglomerat. 5 = Roter Ton.
 6 = Grüne glimmerige Tone und Schiefertone. 7 = Blaugrüner festerer Schiefertone. 8 = Bänke von grüngrauem Mergel.
 9 = Sandstein.

V = Verwerfung.

Im Liegenden des Verwerfers (in der Abbildung rechts) ist das Einfallen der Schichten nach Süden; im Hangenden nach Südwesten gerichtet. Maßstab des Profils zirka 1 : 20 d. N.

Die kohlenführende Mergelstufe pflegt mit der Konglomeratstufe durch allmähliche Übergänge, bewirkt durch sukzessive reichlicher werdende Einschaltungen von Mergelbänken, verbunden zu sein. Die Mergel sind teils von blaugrauer bis dunkelgrauer Farbe, wohlgebant, sandig, rau anzufühlen, oder dicht, dünnplattig spaltbar; teils hellgraugelb, tonreich, grobbankig, leicht lehmig verwitternd. Die ersteren herrschen in der Liegend-, die letzteren in der

Hangendpartie der Ablagerung vor. Beide Abarten enthalten lagenweise sehr reichlich *Cypris*-Schalen, oft auch kohlige Pflanzenreste, namentlich *Typha latissima* Bgt., längliche spitze Samen und ganze Stammstücke, ferner *Pisidien* sowie spärlich kleine dünnchalige *Congerien*. In den hellen Tonmergeln kommen stellenweise, z. B. nördlich von Milošavci, auch Fetzen von Dicotyledonenblättern und große Fischschuppen vor.

Die Lagerung ist einseitig, indem alle Schichten, abgesehen von lokalen Störungen, vom Nordrande der Ablagerung gegen Süden einfallen und am Südrande abstoßen. (Abb. 53). Hier ist das Binnenlandtertiär an der Bruchfläche, an welcher das Paläozoikum zutage tritt, am tiefsten eingesunken, eine Andeutung von Schleppungserscheinungen ist jedoch infolge mangelhafter Aufschlüsse in den meist tief zersetzten Mergeln nur selten zu beobachten. Da Kohlenbänke nur der Liegendpartie der Mergelstufe eingeschaltet sind, gelangen sie auch nur in der nördlichen Randpartie der Ablagerung zum Ausbiß, u. zw. hauptsächlich im Taleinschnitte der Kleinen Usora von der Eisenbahnstation Pribinić aufwärts.

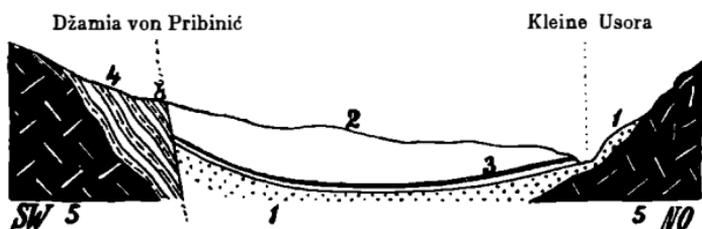


Abb. 53. Profil durch die Braunkohlenablagerung von Pribinić, 1, 2 und 3: Binnenland-Oligomiozän, u. zw.: 1 = Konglomeratstufe. 2 = Mergelstufe; 3 = Kohlenflöz. 4 = Phyllit. 5 = Serpentin.

Die Kohlenführung ist ungleichmäßig und ab-sätzig. An den Ausbissen kann man in der Regel 2 bis 3 Kohlenbänke oder Schmitze beobachten, die nach der Gleichartigkeit der Begleitschichten zweifellos dem gleichen Horizonte angehören, ohne daß es aber in Anbetracht der erheblichen Verschiedenheiten ihrer Mächtigkeit und Beschaffenheit bei der zumeist geringen vertikalen Höhe der in den einzelnen Profilen übersehbaren Schichtenreihe möglich wäre, sie bestimmt zu identifizieren. Es ist daher nicht ausgeschlossen, daß die Kohlenführung nicht bloß 2 bis 3,

sondern eine ganze Gruppe von Kohlenbänken umfaßt, was nur durch eine Tiefbohrung, die am besten zwischen der Straße und den Dušanići-Häusern anzusetzen wäre, sichergestellt werden könnte. Große Hoffnung, daß ein solcher Einbau auch den Nachweis der Abbaufähigkeit des Vorkommens erbringen könnte, besteht indessen nicht.

Der östlichste Flözausbiß befindet sich in der Usorafurche ungefähr 1 km unterhalb der Eisenbahnstation von Pribinić. Die Tertiärschichten fallen hier unter 40 bis 46° nach Südwesten ein. Sie bestehen im Hangenden der wenig mächtigen Konglomeratstufe aus einer Wechselfolge von sandigen und tonigen Mergeln, welchen eine Kohlenbank eingeschaltet ist. Über blaugrauen sandigen Mergeln, die mehrere Konglomerat- und Sandsteinlinsen, an einer Stelle auch Stücke eines verkohlten Baumstammes einschließen, folgt eine Bank dunkler bituminöser Mergel, darüber 2 m milde graue und 70 cm dünn-schichtige kohlige Mergel als Liegend des 80 cm mächtigen, unreine schieferige Kohle führenden Flözes, dessen Hangend von blaugrauen plattigen Mergeln gebildet wird.

Ein anderer Ausbiß befindet sich im Usoratalboden in der Nähe der Kirche von Pribinić. Hier sind die Tertiärschichten an dem vom Plandišterücken (516 m) ins Tal hinabreichenden Serpentin geschleppt und fallen daher sehr steil bis fast kopfständig nach Südwesten ein. Das Flöz besteht aus drei Schmitzen, deren liegendster nur wenige Zentimeter stark ist, von harten, plattigen, kohligen Mergeln eingeschlossen und durch ein 80 cm mächtiges sandigmergeliges Mittel von den beiden hangenden, 30 und 35 cm mächtigen Bänken geschieden wird. Zwischen diese beiden Kohlenbänke schiebt sich ein 10 cm starkes Mergelmittel ein. Das tiefere Liegende bilden eisenschüssige Sandsteine und graue, von verkohlten Pflanzenresten reichlich durchsetzte, grobplattig brechende, sandige Mergel; das höhere Hangend besteht aus grauen, dünn-schichtigen Mergeln mit *Pisidien* und kohligem Pflanzenspreu.

Eine Strecke weiter westlich, bei der Popović-Mühle, beißt in der Usora abermals Kohle aus und von hier lassen sich dann in den Flußwindungen, wo das Tertiär unter der darüber ausgebreiteten diluvialen Schotterdecke zutage kommt, Ausbisse in der ganzen Talausweitung aufwärts bis gegen Malići verfolgen. Während aber die Schichten bei der

genannten Mühle unter 15° nach Südwesten verflächen, besitzen sie weiter oben ein steiles bis fast kopfständiges Einfallen. In der flach lagernden Scholle sieht man 2 bis 3, je etwa 15 bis 30 cm starke, durch bis 1 m mächtige mergelige Zwischenmittel getrennte Kohlenschmitze; in der steil stehenden Schichtenreihe ebenfalls 2 bis 3, gewöhnlich unter 0·5 m starke Schmitze, unterhalb Malići jedoch auch eine fast 1 m mächtige, und weiter aufwärts eine jetzt völlig verschüttete, aber früher angeblich mit 2 m Mächtigkeit offen gelegene Kohlenbank, welche der liegendsten Partie der Flözgruppe angehört. Diese Stelle wäre mit Rücksicht auf die steile Schichtenstellung für eine eventuelle stollenmäßige Untersuchung der Kohlenführung geeignet. An allen diesen Ausbissen liegen die Kohlenbänke zwischen plattig spaltbaren, dunkel grüngrauen oder blaugrauen Mergeln, die lagenweise dünn gebändert sind und eine Unmasse von *Cypris*-Schalen, daneben meist zerpreßte kleine Schnecken, *Pisidien* und spärliche Pflanzenreste enthalten und ihrerseits mit hellgrauen sandigen Mergeln wechsellagern oder von einzelnen, von verkohlten Pflanzenresten durchschwärmten Kalksandsteinschichten durchsetzt werden.

Die Braunkohle der Pribinićer Ablagerung ist im Durchschnitt von sehr guter Qualität, wenn auch im Aussehen ziemlich verschieden. In den Schmitzen und schwachen Bänken ist es gewöhnlich eine Art Schnürkohle, bestehend aus abwechselnden papierdünnen bis wenige Millimeter starken Lagen von Matt- und Glanzkohle. Diese Kohle blättert durch Verwitterung auf oder zerfällt in dünnplattige Brocken. Auf Absonderungsflächen finden sich manchmal flachgedrückte, ovale, 2 bis 3 mm große Körperchen, die eine gewisse Ähnlichkeit mit Schneckendeckeln haben, aber völlig in Kohle umgewandelt sind und daher wohl Samen sein dürften. Auf Lassen erscheinen zuweilen Gipsausscheidungen. In den stärkeren Flözbänken pflegt die Kohle reine Glanzkohle zu sein, die zwar lagenweise Holztextur zeigt, sonst aber dicht ist, samtschwarze Farbe, fast schwarzen Strich, kleinmuscheligen Bruch und hohen Glanz besitzt. Auf diese Kohle von Malići bezieht sich die folgende Elementaranalyse:

Kohlenstoff	60·00 %
Wasserstoff	4·05 „
Sauerstoff, Stickstoff u. a. ...	17·25 „

Verbrennlicher Schwefel	0.894 %
Hygroskop. Wasser	12.60 „
Asche	6.10 „
Heizwert berechnet	5818 Kal.

Der 59.5 Gewichtsprozente ausmachende Entgasungsrückstand ist sandig und von mattschwarzer Farbe.

Von den entfernter gelegenen isolierten Braunkohlenvorkommen des Usoragebietes befindet sich das eine bei **Mladikovina** auf der Südostseite der Borja planina in dem zerfurchten Hügellande, welches das von der Großen Usora durchströmte Gelände südwestlich von Komušina einnimmt. Am Aufbau dieses Gebietes beteiligen sich nebst vorherrschendem Serpentin auch Diabas und Hornblendegesteine sowie tuffitischer Sandstein. Nahe der Grenze des letzteren gegen die Hornblendite, auf welchen die Haupthäusergruppe von Mladikovina (Trivunčevići) gelegen ist, hat sich südöstlich von diesen Gehöften im Tale des Maricabaches eine Scholle von kohleführendem Oligomiozän erhalten. Sie umfaßt die Ortsriede Lug und Kod Jezera unterhalb der Devići, bzw. Bačići-Häuser und besteht aus grobem, mürbem Serpentin-sandstein und graugelben Mergeln, welchen an zwei Stellen Braunkohle eingeschaltet ist, die aber anscheinend nur isolierte linsenförmige, höchstens 80 cm mächtige Nester im lettig zersetzten Mergel bildet.

Die Kohle besitzt teilweise Holztextur und besteht im Lug überhaupt nur aus einigen verkohlten Stammstücken, die aber am Querbruch Glanzkohlenbeschaffenheit aufweisen, da die Kohlenmasse dicht, von flachmuscheligen Bruch, tief schwarzer Farbe und lebhaftem Glanz ist. Ähnlich beschaffen, nur mehr fettglänzend, ist auch die derbe Kohle, die von Mergelblättern durchzogen wird und nach den Gipsausscheidungen im zersetzten Flözausbisse zu urteilen, ziemlich schwefelreich sein dürfte. Eine bergwirtschaftliche Bedeutung kommt dem Vorkommen übrigens nicht zu.

Das Braunkohlenvorkommen von Očauš ist die zweite von den wahrscheinlich in eigenen isolierten Becken entstandenen Oligomiozänablagerungen des Usoragebietes. Sie liegt in der Talrinne der Großen Usora am Südfuße der Borja planina. Dieses trotz seiner verhältnismäßig geringen Höhe — der höchste Gipfel, Tajan, ist 1007 m hoch — zu den rauhesten Planinas Bosniens zählende Gebirge besteht zur

Gänze aus Serpentin, an welchen sich nur an seiner, von der einer Bruchlinie entsprechenden Usorafurche gebildeten Südgrenze andere Gesteine anlagern, namentlich tuffitische Sandsteine und weiter südlich, wo das Gelände beträchtlich über die Höhe der Borja planina aufragt (Očaušberg, 1383 m), auch Kreidekalke.

Die Ablagerung des Binnenlandoligomiozäns breitet sich im Gemeindegebiete von Očauš hauptsächlich auf dem nördlichen Ufer der Großen Usora aus und greift nur an der Mündung des Očaušnicabaches in einem schmalen, kaum 300 m Breite erreichenden Streifen auch auf das südliche Ufer über. Im Bereiche der leicht erodierbaren Tertiärbildungen hat sich der Fluß einen einige Hundert Schritte breiten ebenen Talboden gebildet: das Očaušer Feld (Očauško polje). Der nördliche Hauptteil der Ablagerung wird vom untersten Laufe der aus der Tajanregion herabkommenden Bäche: Borovnica, Ljeljanski und Kasapnica potok durchfurcht und ist entlang des letzteren, östlichsten Baches nahe an 1 km breit, nimmt aber westwärts zum Borovnica potok rasch an Breite ab, so daß das ganze Oberflächenausmaß der Ablagerung kaum anderthalb Quadratkilometer umfaßt. Außer auf dem Südrande hat sie durchwegs Serpentin zum Grundgebirge.

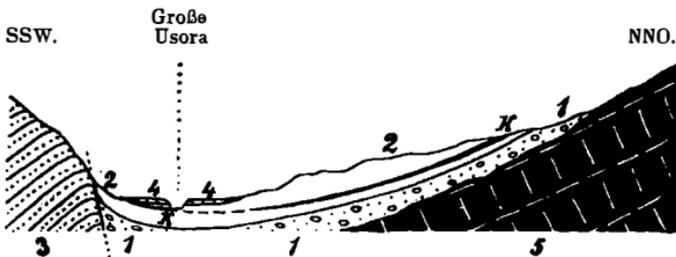


Abb. 54. Profil durch die Braunkohlenablagerung von Očauš. 1 = Konglomeratstufe. 2 = Mergelstufe des Binnenland-Oligomiozäns mit dem Braunkohlenflöz K. 3 = Tuffitischer Sandstein. 4 = Alluvium des Očauško polje. 5 = Serpentin.

Wie überall im Usoragebiete, gliedern sich auch in dieser kleinen Ablagerung von Očauš die Oligomiozängebilde in zwei Stufen: unten mürbe, von Tonen durchsetzte Konglomerate und Sandsteine; oben kohlenführende Mergel. Da die Lagerung einseitig nach Süden geneigt ist, wo die Schichten an der erwähnten Usorabruchfläche abstoßen (Abb. 54), kommt die untere Konglomeratstufe nur entlang

des nördlichen Randes der Ablagerung zutage. Den südlichen Teil der Ablagerung nimmt die produktive Mergelstufe ein, deren jüngste Glieder im Usoratale anstehen, wo sie zum größten Teile von alluvialem Auebnungsschutt verdeckt werden.

Die Kohlenführung der Ablagerung von Očauš scheint nur in einem einzigen Flöz zu bestehen. Der mächtigste Ausbiß befindet sich nahe des östlichen Randes im Selišteriede auf dem flachen Rücken zwischen dem Kasapnica- und dem Ljeljanbache. Das von grüngrauen, weichen, tonigen, lettig zersetzten und gelben, härteren Mergeln eingeschlossene Flöz ist hier gegen 3 m mächtig. Es fällt sehr sanft (10° i. M.) nach Südsüdwesten ein und scheint zwischen dem Ausbiß und der Usora teilweise aberodiert zu sein. Im Flußeinschnitte selbst kommt jedoch in der Njiva Janila am rechten Ufer, beiläufig gegenüber vom dortigen kleinen Friedhof, Kohle zutage, welche dem gleichen Flöze anzugehören scheint. Leider ist der Ausbiß am Flußrande für die Beurteilung der Sachlage zu beschränkt und überdies nur zeitweilig zugänglich. Ein anderer Ausbiß befindet sich auf der Westseite des Borovnicabaches im sogenannten Veliki brijeg. Die offene Mächtigkeit des Flözes beträgt an dieser Stelle kaum 1 m, was aber möglicherweise durch teilweise Abtragung seiner Hangendpartie bewirkt ist, da es unmittelbar von verschwemmtem Schutt der gleich weiter oben anstehenden zersetzten mürben Konglomerate bedeckt wird. Zwischen diesem Ausbisse und jenem im Selišteriede kommt das Flöz nirgends zum Vorschein und da rechtsseits des Ljeljantales die Liegendstufe weit nach Süden ausgreift, ist es wahrscheinlich, daß in diesem mittleren Teile der Ablagerung das Flöz überhaupt abgetragen ist, so daß kohleführend nur mehr ihre östliche Ausbuchtung und westliche Randpartie zu sein scheinen. Danach ist auch das Gesamtkohlenvermögen der Ablagerung nur gering zu veranschlagen und käme für eine Ausbeutung wohl nur für lokale Zwecke in Betracht, soweit es sich leicht und billig abraummäßig gewinnen läßt, was in einem Teile der Ablagerung möglich wäre.

Die Braunkohle von Očauš ist zumeist von streifenkohlenartiger Beschaffenheit, indem sie aus abwechselnden dünnen Lagen von Matt- und Glanzkohle besteht, jedoch ist sie partienweise auch plattig, derb oder halblignitisch. Die erstere Kohle blättert durch Verwitterung auf und bedingt

hauptsächlich das schieferige Aussehen der Ausbisse. Die derbe Kohle ist eine schwarzbraune bis samt schwarze Sandkohle von braunem Strich, die teilweise schwefelreich sein muß, weil sie am Ausbiß in einzelnen Lagen von einem Filz zarter Gipskriställchen bedeckt ist. Die Immediatanalyse einer Probe vom Selišteausbisse ergab:

Hygroskop. Wasser	12.40 %
Asche	9.18 „
Entgasungsrückstand.....	49.30 „
Heizwert nach Berthier	4456 Kal.

4. Die Braunkohlenvorkommen des Bosnagebietes unterhalb der Usoramündung.

Die Usora mündet eine kurze Strecke unterhalb der nördlichsten Ausläufer der Braunkohlenablagerung von Tešanj bei Doboj in die Bosna, entlang welcher es von Žepče abwärts bis hierher keine Binnenlandoligomiozänbildungen gibt. Auch von der Usoramündung talwärts sind im Gelände beiderseits der Bosna nur unbedeutende Jungtertiärschollen vorhanden bis zum Austritte des Flusses in das Savetiefland, wo beiderseits des breiten Bosnatales zwar in erheblicher Ausdehnung Oligomiozänablagerungen entwickelt sind, in welchen jedoch bis jetzt eine Kohlenführung nicht bekannt wurde.

Produktiv scheint nur das **Braunkohlenvorkommen von Kotorsko**, 18 km unterhalb Doboj zu sein. Hier erreicht die Ebene, in welche sich das Bosnatal einige Kilometer talwärts von Doboj ausweitet, ihre größte Breite. Sie wird im Süden von Kreidebildungen, sonst aber durchwegs von Eozänflysch umrandet, auf welchem Grundgebirge Reste einer durch Störungen und Erosion zerstückelten Decke von jungtertiären Festlandsbildungen lagern, während sich weiter westlich und nördlich dem älteren und jüngeren Mediterran angehörende marine Ablagerungen in großer zusammenhängender Ausdehnung ausbreiten. Von den Binnenlandablagerungen haben sich kleine kohlenführende Schollen nördlich und südöstlich der Ortschaft Kotorsko beiderseits des Flusses erhalten.⁷⁹⁾

⁷⁹⁾ Vgl. das von Šrajn und Katzer aufgenommene 4. geologische Formationsumrißblatt Bosniens und der Hercegovina: Derventa und Kotorsko, i. M. 1:75.000, ausgegeben im J. 1912.

Es sind drei Schollen, von welchen eine auf der linken, die beiden anderen auf der rechten Seite der Bosna liegen. Offenbar sind es Erosionsrelikte einer ursprünglich über das heutige Bosnafeld hinweg im Zusammenhange ausgebreitet gewesenen großen Ablagerung. Da sie unmittelbar diskordant auf dem alteozänen flyschigen Grundgebirge aufliegen, kann aus ihrer Lagerung kein Anhalt für die Bestimmung ihres Alters gewonnen werden. Weil jedoch gewisse Schichten ihrer Liegendpartie den bunten Tönen der Tešanj Braunkohlenablagerung gleichen und die spärlichen Fossilien (ausschließlich kleine *Planorbis*), welche die Schichten bis jetzt geliefert haben, mit Arten von Tešanj und Teslić übereinzustimmen scheinen, dürften sie den Oligomiozänbildungen des Usoragebietes im Alter ziemlich gleichstehen.

Der Ablagerungsrest auf der linken Seite der Bosna befindet sich beim Dorfe Bukovac nördlich von Kotorsko, gerade dort, wo die Eisenbahn das Bosnatal verläßt und sich nordwestwärts gegen Derventa wendet. Die kohleführenden Oligomiozänschichten erstrecken sich von den nördlichsten und östlichsten Häusern des Dorfes zur Bosna herab und nehmen eine annähernd dreieckige, nicht ganz einen Quadrat-kilometer große Fläche ein. Außer am Saume der Bosnaebene,

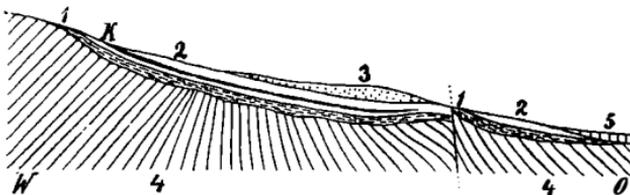


Abb. 55. Schematisches Profil durch die Braunkohlenablagerung von Bukovac bei Kotorsko.

1 = Bunte Tone. 2 = Mergel mit dem Kohlenflöz K. 3 = Sandige Mergel und Tegel. 4 = Eozänflysch. 5 = Quartär der Bosnaebene.

(Auf der Westseite dürften am Rande der Binnenlandtertiärablagerung auch noch Verwürfe durchziehen.)

wo sich das Diluvium an sie anlagert, werden sie rundum von Sandstein- und Mergelschichten des flyschigen Alteozäns begrenzt, in welches das nun scheinbar flach darüber hinwegziehende Binnenland-Oligomiozän (Abb. 55) durch beträchtliche Störungen eingesackt worden sein muß, weil stellenweise am Rande der Ablagerung eine solche Verknetung der Schichten stattfindet, daß es schwer wird, beide Formationen

voneinander zu trennen und es manchmal den Anschein hat, als wenn die Kohle dem Eozän angehören würde. Generell ist das Einfallen der flözführenden Schichtengruppe nach Nordosten gerichtet, und in dieser Richtung ergibt sich von unten aufwärts die nachstehende Schichtenfolge:

1. Bunte Tone, vorwiegend rot und grüngrau, lagenweise sandig, mit Einschlüssen von Kalkknuern.

2. Graue, schlierenweise etwas glimmerige kalkige Tone und Tegel.

3. Darin eingelagert: ein von mergeligen Zwischenschichten mehr oder weniger stark durchschossenes Kohlenflöz.

4. Eisenschüssiger und hellgrauer Mergel, nach oben sandig werdend.

Die Einzelmächtigkeit jedes dieser Schichtenglieder ist sehr veränderlich und nimmt im allgemeinen von Südwesten nach Nordosten ab. Die liegenden bunten Tone sind nur an der südwestlichen Grenze der Ablagerung unterbrechungsweise entblößt. Ihre Mächtigkeit dürfte im Durchschnitte kaum mehr als 20 m betragen und die das Flöz begleitenden tonigen Schichten dürften nirgends über 5 m mächtig sein.

Das Kohlenflöz ist lediglich entlang der nördlichen Umrandung der Ablagerung an einigen Stellen offen; infolge seiner tagnahen und flachen Lagerung ist es jedoch auf ansehnlichen Flächen teilweise oder ganz ausgebrannt und durch ziegelrote oder schwarzblaue schlackige Erdbrandprodukte gekennzeichnet. Seine Mächtigkeit scheint 2 m nirgends zu überschreiten. Auf dem nördlichen von den beiden vom Orte Bukovac ostwärts zur Bosnaebene herabführenden Wegen beißt das Flöz an zwei Stellen aus. Der obere Ausbiß in der Nähe des Bošnjak-Gehöftes besteht aus etwa 60 cm Kohle, die bedeckt wird von Erdbrandprodukten, deren offene Mächtigkeit 1-40 m beträgt. Die am Ausbisse mulmig zersetzte Kohle erweist sich im frischen Anbruch als ganz durchwachsen von einige Millimeter starken, rötlich grauen Mergelschmitzen. Ebenso verhält sich die Kohle, welche etwas weiter gehängeabwärts zutage kommt.

Durch Einbaue wurde das Kohlenflöz gelegentlich von Schürfungen vor Jahren ebenfalls an zwei Stellen abgeschlossen: durch einen auf einer Rodung unweit des Brekalanwesens niedergetriebenen Schacht und durch eine Rösche knapp an dem zum Vrandukriede emporführenden Fußsteig.

Der Schacht soll 12 m tief gewesen sein und ein 2 m mächtiges Kohlenflöz durchteuft haben. Nach anderer Angabe wäre er aber kaum 5 m tief gewesen und hätte nur einen halben Meter Kohle durchsunken. Nach der kleinen Pinge und Halde zu urteilen, welche die Stelle, wo er sich befand, bezeichnen, ist letzteres wahrscheinlicher. Die Rösche entblößte das unmittelbar am Grundgebirgssandstein abstoßende Flöz unter einer Decke von Erdbrandgestein mit einer Mächtigkeit von beiläufig 0.5 m, was anscheinend, wie bei den Ausbissen beim Bošnjak-Gehöfte, nur der Liegendpartie des Flözes entspricht.

Die Kohle von Bukovac ist teils dicht, derb und von mäßigem, etwas fettigem Glanz, teils Streifenkohle mit überwiegender matter Grundsubstanz und untergeordneten Glanzkohlenstreifen. Diese sind von samtschwarzer, die Mattkohle von schwarzbrauner Farbe, pechartigem Glanz und braunem glänzendem Strich. Die Immediatanalyse einer ausgesucht reinen Probe ergab:

Hygroskop. Wasser	14.35 %
Asche	12.80 „
Entgasungsrückstand	43.97 „
Heizwert nach Berthier	4780 Kal.

Leider ist die Kohle im Flöz zumeist stark von tauben Schmitzen durchwachsen, wodurch ihre Qualität sehr beeinträchtigt wird. So enthielt eine Probe von dem kleinen Vorrat bei der besagten Rösche nicht weniger als 31.16 % Asche! Auch ist die Kohle mehr oder weniger schwefelreich, womit vielleicht ihre Neigung zur Selbstentzündung zusammenhängt.

Die beiden Schollen des Binnenlandoligomiozäns auf dem rechten Ufer der Bosna liegen, 6 km von der besprochenen in südöstlicher Richtung entfernt, bei den Ortschaften Bušletić und Osječani donji östlich von der Eisenbahnstation Kotorsko. Es sind durch Störungen auseinander gerissene, jetzt durch einen schmalen Grundgebirgsrücken voneinander getrennte Überreste der ursprünglichen Ablagerung. Der Flächeninhalt beider zusammen ist kaum größer als jener des Ablagerungsreliktes von Bukovac, die Lagerung ist jedoch, wenigstens in der umfangreicheren östlichen Scholle, nicht so seicht und daher die produktive Schichtenreihe nicht auf eine so wenig mächtige Decke

reduziert wie dort. Damit hängt auch zusammen, daß hier ein größerer Teil des Kohlenflözes von der Verwitterung und Selbstentzündung bewahrt geblieben ist.

Die Schichtenfolge ist in den beiden Bušletičer kohlenführenden Schollen im allgemeinen die gleiche wie in der Bukovacer Ablagerung, jedoch ist die Entwicklung nicht so regelmäßig wie dort und infolge tektonischer Störungen nicht so leicht zu verfolgen. Bunte Tone mit Schottereinschlüssen und mürbe Sandsteine kommen nur am oberen Rande der beiden Ablagerungsteile zutage, sonst bestehen diese zur Gänze aus Mergeln und Letten, welchen das Kohlenflöz eingeschaltet ist. Auch hier ist die Lagerung, die im allgemeinen gewölbeartig ist (Abb. 56), im einzelnen so gestört,

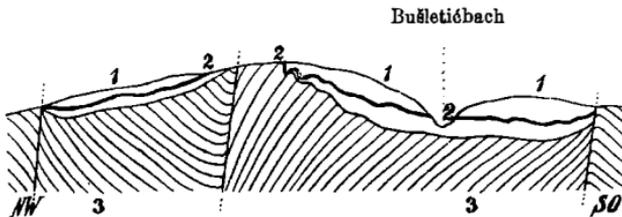


Abb. 56. Schematisches Profil durch die Braunkohlenablagerungen von Bušletič und Osječani bei Kotorsko.

1 = Binnenland-Oligomizän mit dem Kohlenflöz 2. — 3 = Stark gestörtes flieschiges Eozängrundgebirge.

daß es zuweilen, wie z. B. an einer Stelle im Hohlwege knapp oberhalb der nördlichen Häusergruppe von Bušletič, den Anschein hat, als wenn die Kohle in den Grundgebirgs-sandstein eingeschaltet wäre.

Die Kohlenführung ist im westlichen Abschnitte der Bušletičer Ablagerung beträchtlich geringer als im östlichen Teile, dagegen scheint die Kohle weniger verfault und besser zu sein. Ausbisse sind hier nur im Quellbecken des vom Čerikriede nordwärts zum Osječanibache abfließenden Bächleins vorhanden. In dem halbkreisförmigen Abschlusse des nach Norden offenen Tälchens kommen rundum Erdbrandgesteine zutage, in deren Liegendem an zwei Stellen auch etwas Kohle erschürft wurde. In der Bachsohle (auf der Haide des Stankovič) beißt das fast ostwestlich streichende und flach nach Norden einfallende unversehrte Flöz mit einer Mächtigkeit von ungefähr 1-5 m aus, ist jedoch vielfach durch

die verschwemmten Hangendletten und Sande vertragen. Es kann indessen ohne Schwierigkeiten aufgedeckt werden und wird durch heftige Regengüsse gewöhnlich partienweise bloßgelegt.

Erheblich bedeutender ist die Kohlenführung der östlichen Ablagerungspartie, wo das Kohlenflöz, welches im Mittel nach 17 Stunden streicht und mit durchschnittlich 20° Neigung nach Süden einfällt, vom westwärts fließenden Bušletičbache in einer streichenden Ausdehnung von rund 300 *m* durchrissen wird.

Der westliche Ausbiß befindet sich auf dem Potok njiva genannten Grunde, wo er in der südlichen Bachlehne durch einen Zug von ziegelroten Erdbrandgesteinen bezeichnet wird, welchen nur stellenweise auch etwas moorige Kohle beigemischt ist. Vor ungefähr 20 Jahren soll hier das Flöz beschürft worden sein, jedoch hätte sich die Kohle alsbald von selbst entzündet und durch diesen Flözbrand sei der Zug von Erdbrandgestein entstanden. Etwa 120 Schritte weiter östlich ist das Flöz in der südlichen Grabenböschung sehr schön offen und läßt sich von da ab bachaufwärts auf eine ansehnliche Strecke verfolgen. Es setzt dabei vom linken (südlichen) auf das rechte (nördliche) Ufer über und wird dann von verstückelten und sandigen Hangendschichten verdeckt.

Die durchschnittliche Mächtigkeit des von lichtbraunem sandigem Ton unterlagerten und von gelbem Letten bedeckten Kohlenflözes beträgt 2 *m*, jedoch ist nur beiläufig die Hälfte davon Kohle. Stellenweise ist das Flöz allerdings zu zwei Dritteln rein, anderwärts aber bis auf eine zirka 30 *cm* mächtige Bank völlig verstaubt. Häufig wechsellagern dünne Kohlen-schmitze mit ebensolchen Mergellagen, zuweilen sind aber Mergel und Kohle derart durcheinandergemetet, daß selbst kleine Handstücke die seltsamsten Durchdringungen beider zeigen und manchmal erst beim Zerschlagen scheinbar reiner Kohlenblöcke ersichtlich wird, daß ihr Inneres aus eingestülpten zusammengerollten Mergel- und Kohlenblättern besteht. Es müssen innerhalb des Flözes besonders starke Stauchungs- und Gleitungsvorgänge stattgefunden haben, um derlei Ineinanderrollungen zu bewirken. Eigentümlich sind dickstengelige Gebilde von zart faseriger Struktur und daher am Längsbruche von seidenartigem Glanz, die aus der Kohle

von welcher sie umhüllt werden, herausgeschält, das Aussehen sehr feinfaserigen verkieselten Holzes haben. Es macht den Eindruck, als wenn in Stammstücken eine dicke, in Kohle umgewandelte Rinde verkieselte Holzcyliner umschließen würde und man wird an außen verkohlte, innen verkieselte Farnstämme erinnert.

Die Kohle beider Bušletičer Ablagerungsteile ist überwiegend eine blockig brechende, durch Austrocknung in Brocken zerfallende Pechkohle von fast schwarzer Farbe und ebensolchem Strich. Nur striemenweise, hauptsächlich in etwas lignitischen Partien, hat sie lebhafteren Glanz; zumeist ist sie mattglänzend und fühlt sich fettig an. Sie ist verhältnismäßig gasreich und von wechselndem Schwefelgehalt, welcher im östlichen Ablagerungsteile durchschnittlich erheblich größer als im westlichen sein dürfte, weil die Ausbisse am Bušletičbache öfters von Gipsausscheidungen über-rindet sind. Die Kohle ist nicht backend; der Entgasungsrückstand ist schwarz, sandig, höchstens schwach gesintert. Von den folgenden Partialanalysen bezieht sich die erste (a) auf die Kohle vom Čerikriede, die zweite (b) auf die Kohle vom Bušletičbache:

	a	b
Feuchtigkeit bei 110° C	13·80 %	13·34 %
Asche	6·22 „	11·66 „
Entgasungsrückstand	39·56 „	48·49 „
Heizwert nach Berthier	4502 Kal.	4208 Kal.

Trotz der verhältnismäßig guten Qualität der Kohle und trotz der günstigen Lage nahe an der Hauptverkehrsader Bosniens ist der bergwirtschaftliche Wert der Braunkohlenablagerungen von Kotorsko, zumal bei der eigentümlichen Flözbeschaffenheit bloß ein Teil des vorhandenen Kohlenvermögens abbaufähig ist, nur sehr gering.

Rund 12 km nördlich von Kotorsko sind in dem oben zitierten vierten geologischen Formationsumrißblatte auf der Plateauhöhe linksseits der Bosna drei kleine Schollen von Binnenlandoligomiozän eingezeichnet. Sie liegen bei den Ortschaften Slatina und Lipljak sowie auf der Höhe des Glogovicarückens westlich vom Bosnacknie bei Podnovlje und führen keine Kohle. Sie bestehen aus zumeist lehmig aufgelösten Mergel- und Tegelschichten, worin *Cypris*-Schalen vorkommen. Diese unmittelbar auf zersetztem Eozänsand-

stein aufliegenden und von ihm öfters schwer zu trennenden Schichten dürften den Cyprismergeln von Gradačac entsprechen und die letzten Reste von Oligomiozänbildungen darstellen, welche die Verbindung zwischen Kotorsko und den Ablagerungen am Rande der Bosna-Save-Ebene vermitteln. Die zahlreichen Blöcke sandiger Kalksteine, welche über sie verstreut sind, stammen aus einer zerrütteten Leithakalkdecke, die einstmals mit den südwestlich benachbarten Leithakalkerstreckungen von Trnjani und Majevac in Verbindung stand.

Zwischen Dobor und Modriča mündet das Bosnatal in die Saveebene aus, welche nördlich und südlich von dem in diesem Abschnitte nach Osten gerichteten Laufe des Flusses durch den verhältnismäßig scharfen und hohen Abbruchrand des hier beginnenden Hügellandes begrenzt wird. Beiderseits der Bosna breitet sich zunächst Eozän in flyschiger Ausbildung aus, an welches sich wenige Kilometer vom Flusse entfernt sowohl im Norden als auch im Süden oligomiozäne Binnenlandbildungen anlagern. Im Norden beginnen sie nordöstlich von Pečnik und erstrecken sich in einem 1 bis 2 km breiten Zuge nordwärts über Svilaj zur Save, wo sie sich vom Kardarhügel (205 m) südwestwärts gegen Brusnica wenden. Im Süden beginnen sie bei Skugrić südöstlich von Modriča und ziehen bis Gradačac sowie nach einer Unterbrechung weiter bis ins Tal der Kleinen Tinja. Da in keiner dieser beiden Erstreckungen eine nennenswerte Kohlenführung nachgewiesen ist, mag es genügen, kurz auf die Ausbildung des dortigen Jungtertiärs hinzuweisen.

In der nördlichen Erstreckung, welche von Brusnica südwestwärts in das Ukrinagebiet fortsetzt, sind dünn-schichtige, lichte bis weiße, tonige Mergel vorherrschend. Sie sind meistens tief lehmig zersetzt und an der Oberfläche verwaschen. Aufschlüsse sind daher selten; die besten befinden sich im Jošavica-tale nordwestlich von der Potočnikirche und unter dem Kardar an der Save. Hier bestehen die bei Tiefwasser 15 bis 20 m hohen, über das Hochwasser oft aber kaum 5 m hoch aufragenden, steilen Uferlehnen aus Mergelschichten, die in der unteren Partie der Profile meist sehr sandig, grau und tegelartig; in der mittleren, wo die Wasserstandschwankungen am häufigsten ihre Durchtränkung und Wiederaustrocknung bewirken, weiß, dünn-schichtig bis blätterig; in der Hangendpartie stärker gebankt, von gelblicher Färbung

und von der undeutlichen Spaltbarkeit sind, wie es auch sonst Tonmergel zu sein pflegen. An der Oberfläche sind sie von einer mehrere Meter mächtigen Decke von weißlichen Zersetzungstonen verhüllt, welche am Kardar versuchsweise für Töpfereizwecke gewonnen wurden, sich jedoch für diese Verwendung, wahrscheinlich des hohen Kalkgehaltes wegen, als ungeeignet herausgestellt haben. Die Schichten fallen im Kardargebiete von der Save weg flach nach Nordosten ein. An anderen Orten ist die Lagerung wechselnd, durch lokale Störungen erheblich beeinflußt. Da die Binnenlandmergel außer bei Gnionica westlich von Odžak, wo sie an sarmatischen Kalken abstoßen, überall unmittelbar auf Eozänflysch lagern, bleibt ihre Altersbestimmung insofern etwas unsicher, als die spärlichen Fossilienfunde eine definitive Entscheidung bis jetzt nicht ermöglicht haben. In den Hangendmergeln kommen nebst verkohlten Blattfetzen und Stengelbruchstücken hauptsächlich pisidienartige Zweischaler und als Seltenheit Jugendformen von *Congerien* vor, die auf Miozän verweisen; in den Liegendschichten überwiegen jedoch kleine zartgerippte *Cardien* (*Limnocardien?*), die sonst in miozänen Binnenlandablagerungen äußerst selten sind. Bemerkenswert ist indessen, daß im oberen Kaludjerovacgraben nordwestlich von Pečnik evident unter dem dort herrschenden Sarmatikum an einer Stelle Mergel ausbeissen, die zerpreßte ähnliche kleine *Cardien* enthalten und auch ein Kohlenflözchen einschließen sollen.

In der Erstreckung von Gradačac ist die Altersbestimmung der jungtertiären Binnenlandbildungen dadurch erleichtert, daß sie zum Teil von Leithakalk bedeckt werden, also älter als mittelmiozän sein müssen. Sie verteilen sich auf drei Partien. Die nördlichste zieht von Skugrié bis in die Stadt Gradačac, von welcher südöstlich, bzw. südlich die beiden anderen liegen: die eine beim Dorfteile Kukuruzi, die andere zwischen Gornji Lukavac und der Kleinen Tinja unterhalb Kerep. In Gradačac und im Osten und Süden der Stadt stehen sie mit Mediterranbildungen im Kontakt, auf der Westseite liegen sie dem flyschigen Eozän auf. Alle bestehen fast ausschließlich aus *Cypriis*-Mergeln, die bald mehr, bald weniger tonig und zumeist von blaugrauer, seltener von gelber Farbe sind. Sie gehen vielfach in sandige Tegel über. An der Oberfläche pflegen sie tief lehmig zersetzt zu sein und da das Gleiche bei den mediterranen marinen

Mergeln der Fall ist, lassen sie sich diesen gegenüber nicht scharf umgrenzen. Der Habitus dieser Binnenlandschichten ist im großen ganzen ein anderer als z. B. am Kladar und schließt sich enger an die normale Ausbildung der milden tonreichen Mergel in den sonstigen nordbosnischen Oligomiozänablagerungen an. Die ärmliche Fossilienführung läßt jedoch keinen näheren Vergleich zu. Kohlenausbisse sind bis jetzt in diesem Gebiete nirgends bekannt geworden.

5. Die Braunkohlenablagerungen des Ukrinagebietes.

Die jungtertiären Binnenlandbildungen des Kardar und von Brusnica treten in ihrer südwestlichen Fortsetzung bei Kladar nochmals an die Save heran, worauf sie sich in dem nach Norden geschwungenen Bogen, in dessen Scheitel Bosn.-Brod liegt und an dessen Westseite sich die Ukrina mit der Save vereinigt, mehr und mehr von ihr entfernen. Bei Lužani erreichen sie die Ukrina, deren breites Tal sie nun aufwärts bis über Derventa hinaus beiderseits begleiten. Sie bilden am Fuße des aus der Save- und Ukrinaebene rasch ansteigenden innerbosnischen Hügellandes einen 1 bis 2 km breiten Schichtenstreifen, welcher diskordant auf Eozänsandstein aufliegt und seinerseits von marinen Mediterranbildungen bedeckt wird. Auf der linken (westlichen) Seite der Ukrina ziehen sie um den breiten Hügel (204 m) von Bjelobrdo herum, über welchen die Straße von Derventa nach Bosn.-Dubočac führt, und lassen sich dann entlang der Save bis zum Nordabfalle der Motajica planina bei Korovi (südöstlich von Kobaš) verfolgen.

Die Entwicklung des Binnenlandoligomiozäns beiderseits der unteren Ukrina ist analog jener an der unteren Bosna. Auf der Ostseite sind blaugraue Tegel und lichtere tonreiche *Cypris*-Mergel herrschend, die an der Oberfläche meist tief lehmig zersetzt sind und vielfach von diluvialem, von Schotternestern durchzogenem Lehm bedeckt werden, welchem gegenüber sie sich in der Regel nicht streng begrenzen lassen. Bei Derventa und teilweise auch auf der Westseite der Ukrina bei Koraće sowie bei Dubočac sind es überwiegend Mergel vom auch sonst im Oligomiozän Bosniens gewöhnlichen Habitus. In der Erstreckung gegen Korovi treten jedoch auch lichtgelbe bis weiße, teils sehr milde grob- bankige, teils härtere dünnschichtige Mergel auf, ähnlich jenen vom Kardar und ebenfalls *Cardien* führend, darunter

große, grobrippige Formen mit limonitisierter Schale. Da diese Mergel auch scharfkielige *Congerien* enthalten, sind sie jedenfalls terrestrischen Ursprunges, allein ihre genauere stratigraphische Stellung ist noch nicht sicher ermittelt, weil dazu weder die bisherigen Funde mangelhaft erhaltener Fossilien noch die infolge der schlechten Aufschlüsse unklaren Lagerungsverhältnisse einen ausreichenden Anhalt bieten.

Eine Kohlenführung ist in den jungtertiären Binnenlandablagerungen des unteren Ukrinagebietes zurzeit nur bei Bosn.-Dubočac nachgewiesen; Kohlenspuren sind auch bei Derventa vorhanden.

Die Anzeichen einer **Kohlenführung bei Derventa** beschränken sich auf geringfügige Schmitzchen im Stadtbereiche selbst und im Bacheinschnitte westlich des Fahrweges nach Kuljenovci. Die erstere Stelle befindet sich im Einschnitte des Derventski potok in der Ciganska mahala an der Südwestperipherie der Stadt und ist offenbar identisch mit der schon im Jahre 1872 von K. M. Paul und 1880 wieder von R. Hoernes besuchten und beschriebenen Lokalität „Ciganjluk“, wo tertiäre Binnenlandbildungen unter mediterranen Schichten zutage kommen. Paul⁷⁹⁾ gab an, daß über lichten kieseligen Kalken mit *Congeria Basteroti* Desh. und *Planorbis* sp. schwarzer Ton mit kohligem Bestandteilen, vielleicht das Ausgehende eines Kohlenflözes, liege, worüber dann eine mächtige Austerbank folge, bestehend fast nur aus *Ostrea Gingensis* Schloth. Er parallelisierte diese Süßwasserbildung von Derventa mit den Sotzkaschichten, bzw. den Schichten von Johannestal in Krain, des Südgehanges des Slemegebirges in Kroatien und von Matičević im Požeganer Gebirge Slavoniens. R. Hoernes⁸⁰⁾ erweiterte die Beobachtungen Pauls dahin, daß die Schichten mit gekielten *Congerien* (die später von M. Neumayr als *Cong. cf. banatica* Hörnes bezeichnet worden sind) auch glatte *Melanopsiden* enthalten und zweifellos unter die Leithakalke von Derventa einfallen und daß besagte Austerbank hauptsächlich *Ostrea crassissima* Lam. und *Ostr. fimbriata* Grat. führe, u. zw. in Exemplaren, die mit solchen aus Grunder-Schichten von Ritzing übereinstimmen sollen. Mir scheint die große Masse der Ostreen, allenfalls aber die besterhaltenen darunter, zu

⁷⁹⁾ Verhandl. d. k. k. geolog. Reichsanst. Wien, 1872, S. 326.

⁸⁰⁾ Verhandl. d. k. k. geolog. Reichsanst. Wien, 1880, S. 164.

Ostr. Gingensis var. zu gehören. Formen, die sich einwandfrei mit *Ostr. fimbriata* vereinigen lassen, habe ich nicht gefunden.

Die flach nach Südwesten einfallende kohlige Schicht im Liegenden der Ostreenbank ist nur zeitweilig zugänglich, wenn in dem Graben größere Abschwemmungen stattfinden. Sie besteht aus einer Wechselfolge von mehr oder weniger bituminösen, grauen bis braunschwarzen Mergeln, worin sich auch dünne Glanzkohenschmitzen zeigen. Etwas unterhalb dieser Stelle sollen zwar größere Kohlenstücke gefunden worden sein, jedoch ist am Tage ein eigentlicher Flözausbiß nirgends ersichtlich.

Das gleiche gilt von der zweiten erwähnten Stelle, wo sich bei einer Abgrabung Kohle gezeigt hat. Sie liegt etwas über 2 km nördlich von der Abzweigung an der Prnjavorer Straße auf der rechten Seite des den Fahrweg nach Kuljenovci begleitenden Bächleins. Die zwischen lichte Mergel eingeschaltete, nach Süden einfallende kohlige Schicht war nur zirka 30 cm mächtig und enthielt Brocken einer schwarzen glänzenden Kohle von Holztextur. Auch in Novoselo östlich der Ukrina, nordöstlich von Derventa, und in Bosn.-Brod wurde bei Brunnengrabungen lignitische Kohle angetroffen, doch scheint es sich nur um eingeschwemmte verkohlte Stammstücke gehandelt zu haben, wie sie in der Saveebene vielfach vorkommen, aber keine Mineralkohle sind, sondern von prähistorischen Pfahlbauten herkommen.

Die erwähnten Anzeichen der Kohlenführung des Binnenlandligomiozäns im engeren Gebiete von Derventa berechtigen zu keinerlei Hoffnungen auf eine eventuelle bergmännische Erschließung eines nennenswerten Kohlenvermögens in jener Gegend, schon deshalb nicht, weil die Erstreckung des außerhalb des Inundationsgebietes der Ukrina gelegenen Abschnittes des Binnenlandligomiozäns, welcher diesbezüglich in Frage kommen könnte, zu gering ist. Denn nördlich des Ukrinafeldes sind die Binnenlandbildungen, welche sowohl im Osten am Aufstiege gegen Bjelobrd als auch im Westen bei Agići unmittelbar auf Eozänsandsteinen liegen, nur geringmächtig und ohne Kohlenspur, so daß, wenn in diesem Terrain eine Kohlenführung überhaupt vorhanden wäre, sie auf die mittlere Partie, deren Achse ungefähr in der Linie Markovac—Derventa gelegen ist, beschränkt sein würde. Und südlich der Stadt ist eine erhebliche Erstreckung des terri-

genen Oligomiozäns im Liegenden des Mediterrans äußerst unwahrscheinlich, weil überall, wo in diesem Gebiete das Grundgebirge auftaucht, das marine Miozän direkt darauf lagert und die Zwischenschaltung von Binnenlandbildungen fehlt, demnach die Ausdehnung des kohlenführenden Oligomiozäns unter der Mediterrandecke nur unbedeutend sein kann.

Auch auf das **Kohlenvorkommen bei Bos. Dubočac** sind keine bergwirtschaftlichen Hoffnungen zu setzen. Die Ausbisse befinden sich auf dem der Save zugekehrten Nordabfalle des Markovacrückens (297 m) im Einschnitte des Barica potok, eines Seitengrabens des Rjekavabaches, etwas über 1 km südöstlich von Dubočac. Die kohleführende Schichtenreihe fällt hier flach nach Südwesten ein. Das mangelhaft entblöbte Liegende bilden dunkelgraue milde Mergel. Darüber folgt ein von mergeligen Schmitzchen durchzogenes Kohlenflöz von lignitischer Beschaffenheit und zwischen 30 und 70 cm wechselnder Mächtigkeit, welches bedeckt wird von einer Folge von gelben, an der Oberfläche lehmig zersetzten Mergeln, die lagenweise erfüllt sind mit *Cypris*-Schalen, aber auch kleine Schnecken (*Bythinien*?) und stark aufgeblähte zartrippige *Limnocardien* sowie zuweilen reichlich verkohlte Pflanzenfetzen enthalten. In diesen Hangendschichten wurde auf der Lokalität Brdo östlich oberhalb des Ausbisses mit einem kleinen Einbau vorgegangen, der bald aufgelassen wurde. Auch eine im Einschnitte des Barica potok selbst vorgenommene unbedeutende Schürfung hatte keinen entsprechenden Erfolg, obwohl hier doch ein Probequantum der klotzig brechenden Kohle erzeugt wurde, die aber als „unreif“ (nezreli ugljen, wie die vulgäre Bezeichnung lautet) keinen Anklang fand. Auch bei Korače wurde in der Annahme, daß die Kohle von Dubočac hin fortstreiche, ein Versuchseinbau unternommen, durchwegs ohne Resultat.

Günstiger als im unteren, ist es mit der Kohlenführung im oberen Ukrinagebiete bestellt, wo jedoch die im Einzugsbereiche des Ostružnjabaches gelegene Hauptkohlenlagerstätte nicht dem Oligomiozän, sondern dem Pliozän angehört und erst weiter unten behandelt werden wird. Die oligomiozänen Kohlenvorkommen dieses Gebietes verteilen sich auf eine Anzahl getrennter Ablagerungen und sind ebenfalls nur von mäßiger Bedeutung.

Die Ukrina, welche bei Derventa einen nordöstlichen Lauf hat, besitzt von Detlak und Smrtić (8 km westlich von Derventa) aufwärts bis Kulaši einen fast meridionalen Talweg. Bei Kulaši (südöstlich von Prnjavor), einem ländlichen Badeort mit einer altberühmten Therme, findet die Vereinigung der Kleinen mit der Großen Ukrina statt. Die erstere kommt von Süden, wo sie im Serpentinegebirge der Javorova planina, welche die Wasserscheide zwischen ihr und der Kleinen Usora bildet, ihre Wässer sammelt. Die Ukrinjica, Javorova, Mrka, Suha und Biela rijeka sind ihre Hauptquellbäche. Die große Ukrina kommt vom Westsüdwesten, welche allgemeine Richtung sie aber nur in der 16 km in der Luftlinie langen Strecke aufwärts bis in das Dubrava-Waldgebiet, wo sich in den letzten Jahren eine ausgedehnte ruthenische Kolonie entwickelt hat, einhält. Dann erfolgt ein jäher Umbug des Talweges, welcher von der Uzlomac planina her ein nordostnördlicher ist. Auf der Nordostseite des Uzlomac-Gebirges entsteht die große Ukrina aus den Vereinigung des am Ursprung von der kleinen Usora westlich von Pribinić nur durch einen ganz schmalen Rücken getrennten Lukovabaches mit dem Bistricaflüßchen. 4 km abwärts nimmt sie von der linken Seite die Snjegotina auf, die ebenfalls noch als einer ihrer Ursprungsbäche gelten kann. Im Mittel Laufe der Ukrina ist ihr stärkster Zufluß die von Südwesten kommende Vijaka. Mit den Talfurchen dieser Flüsse und Bäche stehen die verschiedenen kohlenführenden oligomiozänen Binnenlandablagerungen des oberen Ukrainagebietes in einem gewissen geographischen Zusammenhange, was begreiflich ist, weil einerseits einige von den Wasserläufen Störungslinien folgen, an welchen eine so tiefe Einsenkung der oligomiozänen Bildungen stattfand, daß sie hier von der Abtragung verschont bleiben konnten; anderenteils die Talungen, welche die ursprünglichen Ablagerungsstätten des Binnenlandtertiärs waren, den späteren Obertagsgewässern den Weg vorzeichneten.

Die von Derventa Ukrina aufwärts nächsten oligomiozänen Binnenlandablagerungen liegen **im Talgebiete der Vijaka** im Süden und Südwesten von Prnjavor. Das Grundgebirge, welchem sie aufruhe, wird hauptsächlich vom Serpentin der Ljubić planina sowie von Kreidekalken gebildet; sie selbst werden auf großen Strecken von marinem

Mediterran bedeckt und umgrenzt. Am Tage stehen sie in drei Partien an.

Die östlichste befindet sich südlich von Prnjavor dort, wo die Vijaka mit ihrer Altwasserrinne eine lange Insel einschließt. Sie breitet sich auf der Südseite des Flusses in der Abdachung des Mijatovića brdo (241 m) aus, bis auf dessen Rücken sie hinaufreicht. Ihr Flächenausmaß beträgt rund 2.5 km^2 . Auf der Nordostseite, wo sie unter das Mediterran von Sarčevići und Vučjak untertaucht, kommt ein schmaler Streifen eines mürben Serpentinkonglomerates zutage, dessen Zugehörigkeit zum Binnenlandtertiär jedoch nicht sicher ist; im übrigen besteht sie nur aus Mergeln und dünn-schichtigen Süßwasserkalken, die lagenweise sehr reich an Fossilien sind, namentlich Congerien, welche der *Congeria Zoisii* Brus. nahe stehen, sowie *Melanopsis*- und *Valvata*-Individuen, leider zumeist nur in Steinkernen. Die Lagerung ist flach muldenförmig, indem die Schichten entlang der Vijaka nach Süden bis Südosten, auf der Höhe des Mijatovića brdo jedoch nach Nordwesten einfallen. Kohlenausbisse sind in dieser Ablagerungspartie nicht bekannt; in ihrer Mitte treten jedoch nordöstlich von den Budjačanihäusern Schwefelquellen (Slatina) auf, deren relativ hoher Schwefelwasserstoffgehalt möglicherweise von der Zersetzung in der Tiefe verborgener Braunkohle herrühren könnte. Freilich ist das nur ein recht unsicherer Anhalt für eine eventuelle Kohlenschürfung, weil der Schwefelwasserstoff auch einen anderen Ursprung haben, z. B. sich aus der durch das Bitumen der Mergel bewirkten Reduktion von aus Schwefelkies entstandenen Sulfaten herleiten kann, ohne daß ein Kohlenflöz vorhanden zu sein braucht.

Die beiden anderen Partien des Binnenlandoligomiozäns des Vijakagebietes befinden sich 3, bzw. 6 km weiter flußaufwärts, die erste nördlich, die zweite südlich der Vijaka, in deren Talsohle sie beiderseits der Einmündung des Topolovački potok zusammenzuhängen scheinen, was sich jedoch bei den mangelhaften Aufschlüssen in diesem meist von tiefem Zersetzungslehm bedeckten Gelände nicht sicher entscheiden läßt. Die nördliche Partie erstreckt sich vom Mravica-bache bei Drenova nach Südwesten bis über den Topolovački potok hinaus und umfaßt hauptsächlich den breiten Rücken, auf welchem sich die weithin sichtbare Kirche Mravička crkva erhebt. Die Partie südlich der Vijaka breitet sich

von den zur ausgedehnten Gemeinde Vijačani gehörigen, am Norwestfuße der Mramorkuppe (543 m) der Ljubič planina gelegenen Mijatovićgehöften südwärts bis nahe zur Ukrina und westwärts bis gegen das Rakovicatal aus. Die nördliche Partie wird außer auf der Ostseite, wo im Mravica- und im Vijakatale streckenweise bunte plattige Mergelkalke, die wahrscheinlich der Kreide angehören, als schmaler Streifen unter ihnen zutage kommen, rundum von auflagernden mediterranen Marinbildungen begrenzt; die südliche Partie wird im Osten und Süden vom Serpentin der Ljubič planina, im Westen aber ebenfalls von marinem Mediterran umschlossen, welches hauptsächlich aus mürben Konglomeraten und Sandsteinen besteht, die petrographisch mit Schichten übereinstimmen, welche im Vijakatale südöstlich von der Mravička crkva

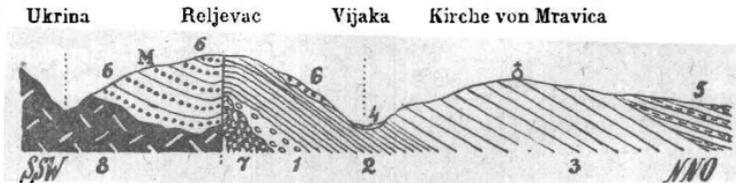


Abb. 57. Profil durch die westliche Partie der Braunkohlenablagung von Vijačani bei Prnjavor.

1, 2 und 3 Binnenlandoligomiozän: 1 = Liegendkonglomerat; 2 = überwiegend Mergel und Tegel; 3 = vorherrschend Süßwasserkalk; 4 = Alluvium des Vijakatales; 5 = Marine Miozänmergel (Mediterran); 6 = Serpentin Konglomerat des marinen Miozäns; bei M magnesitische Einschaltungen und Meerschaumknollen; 7 = Bunte mergelige Plattenkalke der Kreide; 8 = Serpentin.

entwickelt sind, aber nach der Lagerung eher die Liegendstufe des Binnenlandoligomiozäns zu bilden scheinen. Von diesen Psammiten zweifelhaften Ursprunges abgesehen, bestehen beide in Rede stehenden Partien des Binnenlandoligomiozäns, die zusammen eine Ausdehnung von rund 17 km^2 besitzen, nur aus Mergeln, Süßwasserkalken und Tegeln.

In der nördlichen Erstreckung überwiegen plattige graue bis gelbe, mehr oder weniger tonige und milde Mergel sowie blaugraue, durch Verwitterung braun werdende Tegel, die an der Oberfläche meist tief lehmig zersetzt sind. Daneben kommen auch graue grobschichtige, zum Teil sehr zähe Süßwasserkalke vor, die zuweilen reichlich Quarzkörnchen einschließen und nur wenige Fossilien enthalten. Hingegen pflegen die milden Mergel ziemlich reich an *Melanopsiden* und

namentlich an *Congerina Cvitanovići* Brus.⁶¹⁾ zu sein. Leider besteht in diesem Gebiete kaum ein offener Aufschluß, welcher den Verband einer größeren Schichtenreihe zu übersehen gestatten würde. Kohlenausbisse sind hier nicht bekannt.

In der Erstreckung südlich vom Vijakatal sind die Aufschlüsse besser. Das Binnenlandoligomiozän besteht auch hier vorzugsweise aus Mergeln, Tegeln und Süßwasserkalken, von welchen die ersteren im allgemeinen in der Liegend-, die letzteren in der Hangendpartie vorherrschen (vgl. Abb. 57).⁶²⁾ Unmittelbar auf dem Grundgebirge pflegen in unregelmäßiger Ausbildung und nur lokal eine Breccien- oder Konglomeratschicht (vgl. Abb. 58) oder einige Sandsteinbänke mit sehr reichlichem, kalkigem oder magnesischem

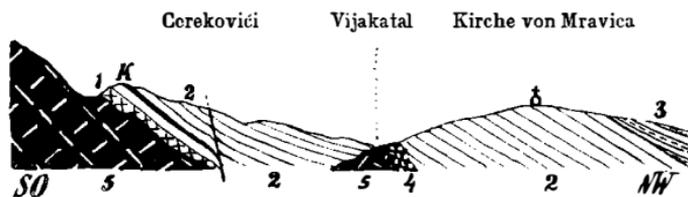


Abb. 58. Profil durch den flözführenden Anteil der westlichen Partie der Binneland-Ologomiozänablagerung von Vijačani (geführt östlich vom Profil Abb. 57 und in schräger Richtung darauf).

1 und 2: Binnenland-Oligomiozän; 1 = Liegendbreccie;
2 = Mergel- und Süßwasserkalkstufe mit dem Kohlenflöz K;
3 = marine Miozänmergel; 4 = Bunte Kreideplattenkalke;
5 = Serpentin der Ljubić planina.

Bindemittel aufzulagern, zuweilen auch sandige Tegel, denen Schotterlagen eingeschaltet sind. Weiter aufwärts folgen milde Mergel, die ein anscheinend nicht durchgängig entwickeltes Kohlenflöz einschließen, worüber dann sehr fossilienreiche Mergel und zum Schlusse mit Mergeln alternierende Süßwasserkalke folgen. Die Mergel enthalten haupt-

⁶¹⁾ Vgl. Katzer, Die Braunkohlenablagerung von Banja Luka in Bosnien. Berg- u. Hüttenmänn. Jahrbuch, 61. Band, 1913, S. 218 u. Tafeln II und III.

⁶²⁾ Durch die westliche Partie dieses Profiles wird der Änderung Rechnung getragen, welche die Auffassung der meerschäumhaltigen Konglomerate des Reljevac (vgl. Berg- u. Hüttenmänn. Jahrb., 57. Band, 1909) infolge bezeichnender Fossilienfunde, welche ihren marinen Ursprung beweisen, erfahren mußte. Näher bin ich hierauf in meiner Abhandlung „Über das Meerschäumvorkommen und die Meerschäumindustrie Bosniens“ (Steinbruch u. Sandgrube, 1912) zu sprechen gekommen.

sächlich *Melanopsis Šoštarici* Brus. stellenweise in ungeheurer Menge und auch in den rötlichgrauen oder bräunlichen Süßwasserkalken sind manche Lagen ganz erfüllt mit Fossilien, darunter nebst der genannten *Melanopsis* vorzugsweise *Con-*

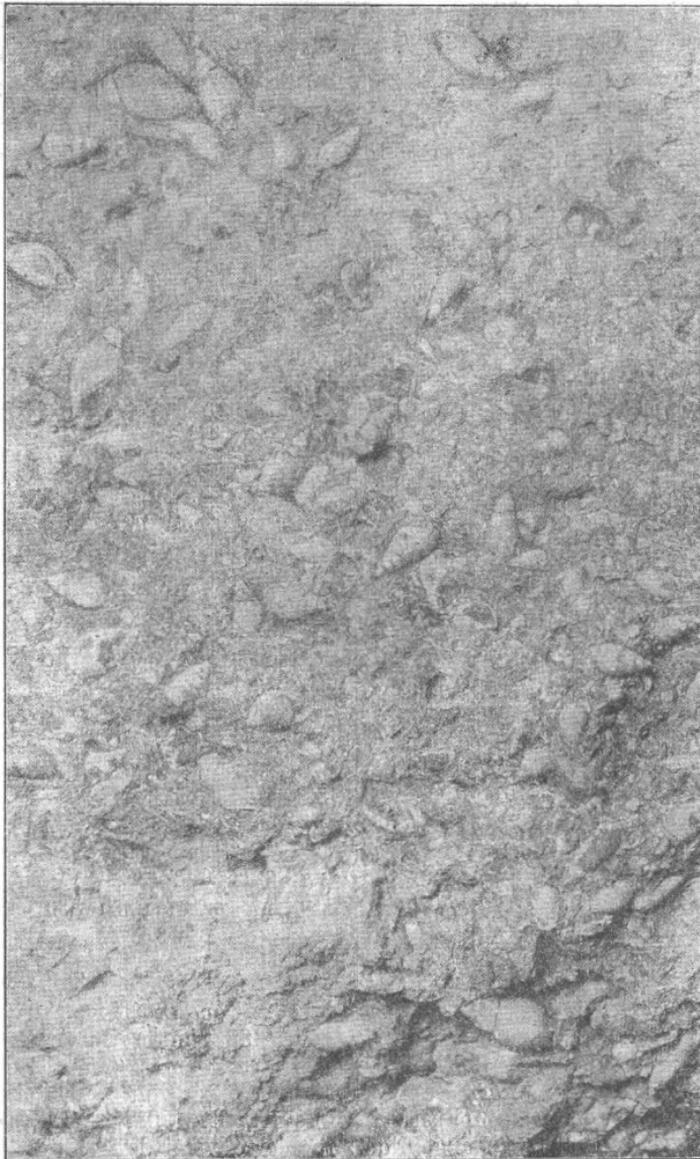


Abb. 59. Mergelplatte erfüllt mit *Melanopsis Šoštarici* Brus. vom Gjukić-Geböfte in Vijačani. Geringfügig verkleinert.

gerien mit ausgeprägtem aber nicht kantigem Kiel aus der nächsten Verwandtschaft der *Congeria Zoisi* Brus.⁶²⁾ und ferner *Neritodonta* sp. mit brauner Schalenzeichnung, ähnlich jener bei *Theodoxus semiplicatus* Neum. Die aus den Tonmergeln herausgewitterten Melanopsisgehäuse bedecken stellenweise, wie z. B. beim Vašičgehöfte und weiter nördlich am Abstiege zur Vijaka, den Boden in solcher Fülle, daß sie zusammengekehrt werden könnten. Vollkommen erhaltene Exemplare sind darunter jedoch selten. Festere Bänke von Melanopsismergeln (Abb. 59) treten in der Nähe des Gjukičgehöftes auf, wo auch Süßwasserkalke vorkommen, die lagenweise fast nur aus Muschelschalengeriebsel bestehen, worin einzelne gut erhaltene Exemplare von *Melanopsis* und *Congerien* eingeschlossen liegen. Prächtige große Congerienplatten lassen sich namentlich in der Nähe des Vujičgehöftes, bei Saviči und auf der Ostseite des Kostreševiča brdo gewinnen. Sie enthalten öfters auch nesterartige Anhäufungen von *Melania Pileri* Neum.

Kohlenausbisse sind nur im oberen Sammelgebiete des vom Kamme beim Friedhofe (Vijačko groblje) nordwärts zur Vijaka abfließenden Breznabaches bekannt. In einem linken Seitentale, in der Nähe des Anwesens des Ostoje Gjajič, soll auf einem Felde Kohle ausgegraben worden sein; anstehend sieht man dort jedoch nur Congerien führende Mergel. In der Luftlinie etwas über 1 km südöstlich von diesem Punkte ist in dem von der Wasserscheide beim Mali Savič zur Brezna gerichteten Steilabfalle ein Flözausbiß auf etwa 300 m zu verfolgen. Die besten Aufschlüsse befinden sich gleich südlich und südöstlich vom Hause des Risto Cerekovič, wo folgendes Profil offen liegt (Abb. 60).

Das aus sandigen Tegeln mit eingeschalteten Serpentin- und Eisenkieselschotterlagen bestehende Liegende ist nur stellenweise mangelhaft entblöbt. Darüber liegen lettig

⁶²⁾ Die von S. Brusina aufgestellte *Cong. Zoisi* wurde von N. Andrusov (Dreissensidae Eurasiens, 1897, im russischen Text, S. 153, als *Cong. Zoiči*, im deutschen Resumé, S. 33, unter der richtigen Bezeichnung) beschrieben und später von S. Brusina selbst (Iconographia Molluscorum Fossilium etc. 1902, Tafel XVIII Fig. 1—14) nochmals abgebildet, aber, wie leider der größte Teil aller von ihm aufgestellten Arten, nicht besprochen. Die Congerien von Vijačani dürften zu Brusinas Art einzubeziehen sein, wengleich sie in der Regel weniger hoch aufgewölbt sind und einen weniger scharfen Kiel haben als Brusinas Typus.

zersetzte milde graue Mergel, die eine 40 bis 60 cm mächtige Kohlenbank einschließen. Weiter aufwärts folgen wohlgeschichtete graublaue Mergel, die wenig Versteinerungen führen, in der Hangendpartie jedoch eine 20 cm starke Lage mit einer Überfülle von *Melanopsis Šoštarići* enthalten. Ihr Hangendes bilden eisenschüssige, etwas sandige, milde Mergel, welche nach aufwärts in plattige Kalkmergel und schließlich in dünn-schichtige Süßwasserkalke übergehen, die beide lagenweise reich an *Congerien* sind. Die Schichten fallen unter 10 bis 15 Grad nach SW. (14 Stunden im Mittel) ein, scheinbar

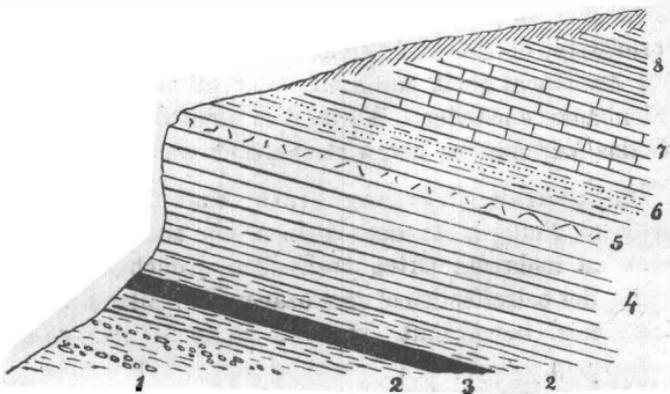


Abb. 60. Profil der flözführenden Schichtenreihe bei Cerekovići (Mali Savić) in Vijačani.

1 = Tegel mit Schotterlagen; 2 = Milde Mergel; 5 = Mergelbank besonders reich an *Melanopsis Šoštarići*; 6 = Eisenschüssige Mergel; 7 = Plattige Kalkmergel; 8 = Z. T. schieferiger Süßwasserkalk. (Weitere Erläuterung im Text.)

unter die weiter westlich die Kostreševiča glavica einnehmenden sandig-tegeligen und schotterigen, nesterweise eine Menge zerpreßter dünnschaliger *Congerien* enthaltenden Schichten, die den Abschluß des Profiles zu bilden scheinen. Sie gleichen jedoch petrographisch so sehr den sandig-schotterigen Liegend-schichten, daß möglicherweise eine Überschiebung vorliegt.

Die Kohlenbank von Vijačani führt schmitzenweise eine plattige Glimmkohle, ist aber in den Ausbissen beim Cerekovič-gehöfte überwiegend schieferig und unrein. Die Partialanalyse einer dem Aussehen nach besseren Probe ergab:

Feuchtigkeit.....	13·60 %
Asche.....	18·24 %
Entgasungsrückstand	46·40 %
Heizwert nach Berthier.....	3976 Kal.

Die Kohle scheint ziemlich schwefelreich zu sein, weil die Ausbisse stellenweise mit einem Filz von Gipskriställchen bedeckt sind.

Das ganze Kohlenvorkommen von Vijačani macht keinen hoffigen Eindruck. Wollte man sich aber mit Rücksicht auf die beträchtliche räumliche Ausdehnung der Binnenlandbildungen in dieser Gegend doch zu einer Schürfung entschließen, so müßte diese zunächst darauf gerichtet sein, zu ermitteln, ob das bei Cerekovići ausbeißende Flöz nordwärts an Mächtigkeit zunimmt, oder ob sich noch tiefere Kohlenbänke einstellen. Würde dies nicht der Fall sein, so wäre das Vorkommen bergwirtschaftlich wertlos.

Im oberen Ukrinagebiete sind Kohlenausbisse sowohl im Flußgebiete der Kleinen als auch der Großen Ukrina an mehreren Orten vorhanden, jedoch ist die Ausdehnung der betreffenden oligomiozänen Binnenlandbildungen überall nur beschränkt, so daß keine dieser isolierten Schollen ein erhebliches Kohlenvermögen einschließt. In der Nähe einiger von ihnen führen jedoch zur Zeit Waldbahnen vorbei, wodurch eine oder die andere für örtliche Verwendungen ausbeutungsfähig werden könnte.

Im Einzugsgebiete der Kleinen Ukrina liegen die **Schollen von Petkovica und Čečava**, bzw. des Lužnicagrabens, linksseits des Flusses in dem scharfen Knie, welches er südöstlich vom Stražbenicaberge (T. P. 427 m) am Umbuge aus der östlichen in die nördliche Richtung bildet. Auf dem flachen Rücken zwischen der westlichen und östlichen Häusergruppe von Petkovica treten Lehme auf, die möglicherweise Zersetzungsprodukte tertiärer Schichten sein und den Zusammenhang zwischen beiden Schollen vermitteln könnten. Die östliche Scholle im Einschnitte des Tälchens unterhalb Petkovica ist geringfügig, nur wenige Hundert Schritte lang und breit. Sie liegt auf Serpentin und besteht aus grauen und gelben, lettig zersetzten Mergeln, welchen ein Kohlenflözchen eingeschaltet ist. Die westliche Scholle beginnt bei den westlichen Häusern von Petkovica und breitet sich nördlich der Ukrina beiderseits des Lužnicabaches nach Westen

zum Kovačevića brdo und nach Norden gegen die Stražbenica zu aus.

Sie besitzt ein Flächenausmaß von fast 1 km^2 und liegt im Norden am Stražbenicaabfalle flyschigen Schiefern und Sandsteinen auf, sonst rundum auf Serpentin. Die liegendsten offenen Schichten sind braungrüne tegelige Sandsteine von undeutlicher Schichtung, stellenweise reich an verkohlten Pflanzenfetzen und nach verschwemmten Blöcken zu urteilen, durchschossen von plattigen Mergeln mit undeutlichen Fossilien, hauptsächlich *Melanopsiden*. Darüber folgen lettig zersetzte milde Mergel, die ein Kohlenflöz einschließen, dessen offene Mächtigkeit an einer Stelle in der rechten Bachlehne im Riede Miljkovina 1.4 m beträgt. In seinem Hangend ist eine 30 cm starke Bank feinkörnigen, rostgelben

Lužnicatal

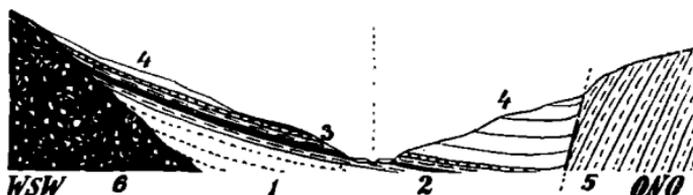


Abb. 61. Profil durch die Braunkohlenablagerung des Lužnicatales in Čečava.

1—4 Binnenlandoligomiozän u. zw.: 1 = Tegeliger Sandstein; 2 = Milde Mergel mit dem Kohlenflöz; 3 = Eisenschüssiger Kalksandstein; 4 = Plattige Mergel; 5 = Tuffitischer Sandstein; 6 = Serpentin.

Kalksandsteines mit verkohlten Pflanzenbruchstücken entwickelt, worüber dann milde, blaugraue und gelbe, am Tage lehmig zersetzte Mergel folgen. Diese ganze Schichtenreihe verflächt im Miljkovinaaufschlusse unter 12° nach 5 Stunden. Das Flöz steigt somit westlich vom Lužnicatale ziemlich gleichmäßig mit dem Gelände an (Abb. 61), so daß es hier teilweise mittels Abraumes abgebaut werden könnte. Eine größere Flözpartie dürfte in diesem westlichen Abschnitte der Ablagerung stollenmäßig zugute gebracht werden können. Östlich vom Lužnicatale senkt sich das Flöz in die Tiefe und wäre hier nur gesenkmäßig zu erschließen. Leider ist nach der Terrainkonfiguration nur mehr ein Rest der ursprünglichen Flözplatte vorhanden, wodurch die Möglichkeit eines halbwegs anhaltenden Abbaues sehr in Frage gestellt erscheint.

Die Kohle des Lužnicagrabens ist eine klotzig oder plattig brechende Braunkohle von schwarzbrauner

Farbe, mattem Fettglanz und glänzendem braunem Strich. Eine vom Herrn Zentraldirektor Dr. H. Kahlenberg zur Verfügung gestellte Analyse weist aus:

Kohlenstoff	52.62 %
Wasserstoff	3.97 %
Sauerstoff	14.60 %
Stickstoff	0.99 %
Verbrennlicher Schwefel	0.80 %
Hygroskopisches Wasser	8.89 %
Heizwert, kalorimetrisch ermittelt	4824 Kal.

Die Kohle ist eine schwach sinternde Sandkohle, deren Verkokungsrückstand 46.4% ausmacht.

Dem Einzugsgebiete der Kleinen Usora gehören ferner zwei Kohlenvorkommen von anscheinend ganz geringer räumlicher Ausdehnung an, die beide in Serpentin eingesenkt sind; das eine befindet sich im Dorfbereiche von **Plane** im Tale des vom Kraljičino guvno (T. P. 510, nordwestlich von Čečava) herabkommenden Planebaches, welcher sich von der linken Seite in die Bjela rijeka ergießt; das andere liegt im **Vrletnica-graben**, einem linksseitigen Zuflusse der Mrka rijeka. An beiden Stellen handelt es sich um Glanzkohlenester in schmierigen, hellgrauen Letten, vielleicht nur um verkohlte Stammstücke, wie dergleichen in diesem schwer zugänglichen Waldgebiete auch noch anderwärts gefunden werden können. Es sind entweder unbedeutende Erosionsreste einer einstmal über größere Erstreckungen des Serpentinegebirges ausgebreitet gewesenen Oligomiozändecke oder lokale Bildungen von schon ursprünglich geringfügiger Ausdehnung.

Von den im Einzugsgebiete der oberen Großen Ukrina und der Bistrice gelegenen Braunkohlenvorkommen könnte vielleicht eine oder die andere bergwirtschaftlich beachtenswert sein, obwohl die jungtertiären Binnenlandschollen auch hier nur von mässigen Umfange sind. Die Flöze führen jedoch zumeist über 1 m reine Kohle.

Eine solche Scholle liegt im Lončarica Bachgebiete im Ortsbereiche von Snjegotina gornja. Die Lončarica, mit welcher sich die Bogdančica und der Mračajpotok verbinden, ist ein rechtsseitiger Zufluß des Lukovacbaches, in welchen sie sich dort ergießt, wo er aus der nördlichen Richtung scharf nach Südwesten umbiegt. In ihrem Oberlauf nimmt sie von der

linken Seite den **Barica potok** auf, in dessen Bette ein Kohlenflöz ausbeissen soll. Es werde von Sandstein unterlagert und von Letten und sandigem Tegel bedeckt und sei mehr als 3 m mächtig, was sich aber bei dem mangelhaften natürlichen Aufschlusse ohne einen zweckdienlichen Einbau nicht sicherstellen läßt. Rundum herrscht Serpentin. Auch im östlich benachbarten Smrdeljbach käme Kohle zutage. Ferner befinden sich ansehnliche Flözausbisse im **Burnača** und **Miočki potok** beiderseits des Trlicarückens sowie im **Dusine** und **Zlatnik potok** bei Aluge *N* und *NO* vom Marin grob (672 m) nordöstlich von Kotor-Varoš. Im Trlicagebiete wurde seinerzeit ohne Erfolg geschürft; eine neue Beschürfung, namentlich im Zlatnik, würde sich jedenfalls empfehlen.

Die Kohle aller dieser Vorkommen ist teils eine hochwertige lignitische Braunkohle von samt schwarzer Farbe und lebhaftem Glanze, ausgezeichnet, wie alle ähnlichen Hölzer, durch einen geringen Aschen- und hohen Kohlenstoffgehalt; teils eine streifige Pechkohle von ebenfalls schönem Aussehen. Die Analysen von Proben: *a*) aus dem Barica potok und *b*) aus dem Zlatnik pot. ergaben:

	<i>a)</i>	<i>b)</i>
Kohlenstoff	60·10 %	
Wasserstoff	4·69 %	
Sauerstoff, Stickstoff u. a.	20·683 %	
Verbrennlicher Schwefel	0·427 %	0·77 %
Hygroskopisches Wasser	10·75 %	18·06 %
Asche	3·35 %	12·85 %
Entgasungsrückstand	52·80 %	49·80 %
Heizwert, berechnet	5344 Kal.	4107 Kal.

Auf der Südseite der Čavka planina erstrecken sich oligomiozäne Binnenlandbildungen entlang des Lukovacbaches von der Einmündung des Oftečki potok abwärts bis zur Talenge nächst Savići. Linksseits des breiten Talbodens bilden sie nur einen schmalen Streifen; auf der rechten (nördlichen) Seite ziehen sie jedoch in einer Breite von mehr als 1 km bis zum Kešte brdo (476 m) hinauf. Hier lagern sie auf Serpentin, im Osten und Süden vorwiegend auf tuffitischem Sandstein und auf grünen und roten Radiolariten, die in dieser Gegend, ebenso wie weiter südlich in der Uziomac planina, ganz

besonders schön entwickelt sind. Die Ablagerung am Lukovac-bache verhält sich in der allgemeinen Ausbildung und in der einseitig südwärts gerichteten Schichtenlagerung analog wie die östlich benachbarte Braunkohlenablagerung von Pribinić (siehe oben im Abschnitte 3), ist aber leider noch kohlenärmer. Sie besteht überwiegend aus mürben Serpentin Konglomeraten in vielfacher Wechsellagerung mit graugrünen sandigen Tegeln und weichen Tonmergeln, welche in der Hangendpartie vorherrschend werden. In ihnen ist in dem vom Kešte brdo herabkommenden **Srjedelski potok** ein Kohlenschmitz bloßgelegt worden. Er ist kaum 10 *cm* stark und führt eine lignitsche Kohle von tiefschwarzer Farbe und am flachmuscheligen Querbruche von lebhaftem Glanz. Brocken ähnlicher Kohle sollen auch von dem zweiten östlichen Parallelbache, genannt Dabin potok, nach heftigen Regengüssen vom Omar herabgeschwemmt werden, jedoch gelang es nicht, dort einen Ausbiß aufzufinden.

6. Die Braunkohlenablagerungen des Vrbasgebietes.

Die Uzlomac planina und die Westausläufer der Borja planina bilden die Wasserscheide zwischen der Ukrina und dem Vrbas, dessen Einzugsgebiete eine Anzahl von Braunkohlenablagerungen angehört, die zu den bergwirtschaftlich bedeutenderen des Landes zählen und zugleich für die Erkenntnis seiner jüngeren geologischen Entwicklungsgeschichte von Wichtigkeit sind.

Der Wasserscheide zunächst gelegen ist die **Braunkohlenablagerung von Kotor-Varoš**. Dieser verstreute, aus mehreren Teilen bestehende Bezirksort liegt an der Vrbanja, dem bedeutendsten rechtsseitigen Zuflusse des Vrbas, in welchen er sich bei Banja Luka ergießt. Die kohlenführenden jungtertiären Binnenlandbildungen breiten sich hauptsächlich nördlich des Mittellaufes der Vrbanja aus und nur dort, wo sich das sonst so enge Flußtal in die ebenen Felder von Kotor-Varoš und Donja Plitska ausweitet, greifen sie, unter dem Quartär der beiden Ebenen hindurchziehend, auch auf das südliche Ufer über. Die von Podbrdje am Nordende der Ebene von Varoš-Slatina südostwärts gegen Maslovare streichende Längsachse der Braunkohlenablagerung mißt fast 19 *km*, ihre größte Breite zwischen Večići und Hrvačani südöstlich von Kotor rund 5,5 *km* und ihr Flächenausmaß

beträgt annähernd 60 km^2 , wovon der größere Teil produktiv zu sein scheint.

Das Grundgebirge, in welches die Ablagerung eingesenkt ist, wird im Norden vorzugsweise von verschiedenen Gliedern der mit den Serpentinmassen des Uzlo mac- und Borja-gebirges im Verbande stehenden, dem Grenzgebiete zwischen Krede und Eozän angehörenden tuffitischen und Kieselgesteinsreihe; im Süden hauptsächlich von Kalken der Kreide und des Eozäns gebildet. Beide Formationen sind zum Teil flyschartig entwickelt, indem mäßig starke Mergel- oder Kieselkalkbänke in zahllosen Wiederholungen von Schieferlagen durchschossen werden. Es ist bemerkenswert, daß die Vrbanja an zwei Stellen: an der Mündung ihres größten Zuflusses, der Kruševica, bei Obodnik-Kukavica, und ferner zwischen dem Čepačko brdo und der Runjeva glava bei Kotor, aus den leicht erodierbaren kohlenführenden Jungtertiärbildungen heraustritt, um sich in engen Talschluchten einen Weg durch das zähe Grundgebirge zu bahnen, obwohl der Rand des Binnenlandoligomiozäns nur wenige Hundert Meter entfernt ist. Durch die Durchsägung der Grundgebirgsriegel wurde die Verbindung zwischen den ursprünglich getrennten Talmulden von Lauševiči, Plitska donja und dem Bjelo polje bei Kotor hergestellt.

Die kohlenführende Oligomiozänablagerung von Kotor-Varoš besteht bei weitem überwiegend aus Tegeln und tonreichen Mergeln, welchen sich untergeordnet mergelige Süßwasserkalke sowie Konglomerate zugesellen. Es muß ein fortwährenden Schwankungen ausgesetztes Becken gewesen sein, in welchem die Sedimentation erfolgte, weil die Tonmergelschichten vielfach aus papierdünnen Blättern von abwechselnd grauem, feinsandigem, kohlglimmerigem und von gelbem reinen Kalkmergel zusammengesetzt sind und daher am Querbruche zart gestreift erscheinen. Durch Austrocknung sondern sie sich am Ausbisse in pappendeckelstarke Lagen ab, die eine gewisse lederartige Biagsamkeit und Elastizität besitzen, wie sie bei tonreichen Gesteinen sonst nicht vorzukommen pflegen. Größere Aufschlüsse dieser eigentümlichen Blattmergel befinden sich bei Varoš im Taltiefsten des Uzlo macbaches nahe seiner Einmündung in die Vrbanja und im Bukovacgraben südwestlich von Plitska gornja. Außer unbestimmbaren Pflanzenfetzen und ver-

einzelten Cyprisschalen haben sie bis jetzt keine Fossilien geliefert. Sie pflegen dünn-schichtigen, milden Mergeln eingeschaltet zu sein, die ihrerseits in wohlgebankte sandige Tegel übergehen. Diese Gesteine sind ebenfalls sehr arm an Versteinerungen und enthalten außer Cyprisschalen nur wenige Schnecken, hauptsächlich kleine Formen mit umgeschlagener Außenlippe, die sich der mangelhaften Erhaltung wegen bis jetzt nicht näher bestimmen ließen. Am Tage sind die Tegel und Mergel zumeist in tiefen Lehm zersetzt, welcher in trockenen Jahren in diesen Geländeabschnitten, die dann weithin von breitklaffenden Austrocknungssprüngen durchzogen sind, schwere Mißernten bedingt. Nur die wenigmächtigen, jedoch sowohl am nördlichen als auch am südlichen Rande der Ablagerung entwickelten Süßwasserkalke sind, wie überall, fossilienreich. Im Norden, im Einschnitte des Savički potok, enthalten sie hauptsächlich große bauchige *Limnaeen* (*Limn.* cf. *pachygaster* Thom.), *Pisidien* und *Planorben*, auch Spuren von Pflanzen; im Süden bei Dabovci schlanke *Limnaeen* (wahrscheinlich *Limn. Klaići* Brus.), stark aufgewölbte *Sphaerien*, *Planorben*, *Valvata* sp. u. a.; bei Lauševiči und Budžak viel Pflanzenreste; bei Večiči vorherrschend *Limnaeen* und *Planorben* sowie spärliche Pflanzenabdrücke, leider alles zumeist schlecht erhalten und spezifisch kaum bestimmbar. Die Konglomerate treten in der Ablagerung nur als lokale Bildungen auf, u. zw. unmittelbar auf dem Grundgebirge an wenigen Stellen und mit geringer Mächtigkeit in breccienartiger Beschaffenheit, mit aus der nächsten Umgebung stammenden Bestandteilen; mächtiger entwickelt im Hangenden der Tertiärbildungen, jedoch nur in beschränkter Verbreitung auf der Südseite der Ablagerung zwischen Varoš, Čepak, Ružiči und dem Jelovacrücken. Auf diesen Hangendkonglomeraten, die überwiegend aus mäßig abgerollten Kalkbrocken bestehen, zumeist mittel- bis feinkörnig sind und nur stellenweise auch große Blöcke einschließen, liegt der größte Teil von Kotor-Varoš. An die Konglomerate schließen sich im Terrain namentlich gegen Osten, Schotter an, die stellenweise reich an Kalkgeröllen sind und dann von den zerrütteten Kalkkonglomeraten um so schwerer getrennt werden können, als sie sich manchmal auch durch ein mürbes sandiges Bindemittel verfestigt zeigen. Zumeist bestehen die Schotter jedoch aus Kieselgestein-, Sandstein- und Serpentin-geröllen und wechsellagern mit erdigsandigem Material, in

welchem sie auch nur Bänder und Nester bilden, wie es sehr schön in einigen von den beim Bau der Industriebahn gemachten Einschnitten beobachtet werden kann. (Abb. 62.) Es sind quartäre (diluviale) Bildungen, die sich deckenförmig

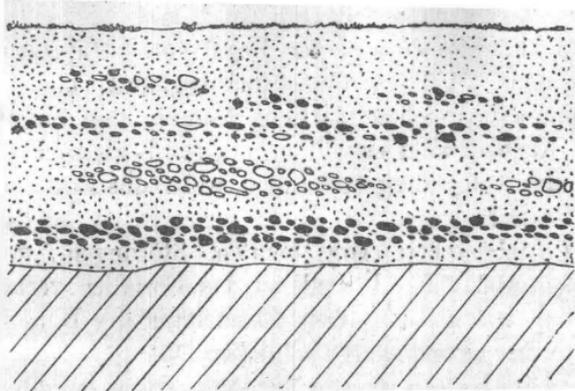


Abb. 62. Auflagerung von erdig-schotterigem Diluvium auf gestörtem Binnenlandoligomiozän. Aufschluß an der Kotor-Varoßer Industriebahn nächst Dabovei.

Die grauen tertiären Tegel verfläachen nach 1 St. In dem überwiegend sandig-erdigen Diluvium bestehen die weiß gezeichneten Gerölle aus Kalk, die schwarz gezeichneten aus Kieselgesteinen, Sandstein und Serpentin.

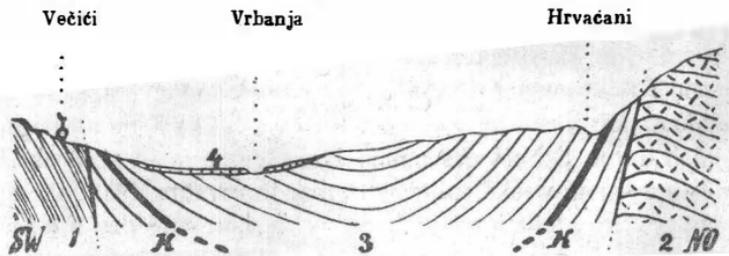


Abb. 63. Schematisches Profil durch den östlichen Teil der Braunkohlenablagerung von Kotor-Varoš.

1 = Kieselgesteinsflysch; 2 = Radiolarit (beide Kreide oder Eozän); 3 = Binnenlandoligomiozän mit dem Kohlenflöz K; 4 = Quartär der Vrbanja-Ebene.

über die Schichtköpfe der gestörten Tertiärschichten ausbreiten.

Von den spärlichen Liegendkonglomeraten abgesehen, kann man demnach das kohlenführende Oligomiozän von Kotor-Varoš in zwei Stufen gliedern: unten Mergel, Tegel

und Süßwasserkalke, welche den größten Teil der Ablagerung einnehmen; oben nur örtlich entwickelte oder erhalten gebliebene Konglomerate. Die Braunkohle, deren Flöze überall, wo Ausbisse bestehen, ansehnliche Mächtigkeiten besitzen, gehört der Liegendpartie der Mergel- und Süßwasserkalkstufe an. Sie wird in der Regel von lettig zersetzten Mergeln oder tegeligen Schichten begleitet, oder lagert zwischen fossilienreichen plattigen Mergeln und Süßwasserkalken. Ausbisse sind sowohl auf der Nord- als auch auf der Südseite der Ablagerung vorhanden, wobei das Einfallen von beiden Rändern gegen die Mitte gerichtet ist, so daß die Lagerung, abgesehen von lokalen Störungen, muldenförmig ist (Abb. 63). Überall ist das Einfallen verhältnismäßig steil, was auf eine tiefe Einsackung des Binnenlandtertiärs in das Grundgebirge schließen läßt.

Am nördlichen Rande der Ablagerung befinden sich die hauptsächlichsten Flözausbisse in der Umgebung von Hrvaćani zwischen Plitska gornja und Garići. Der kleine Bach östlich unterhalb Vodari (Ortsteil von Plitska) schwemmt zuweilen Kohlenbrocken an und dürfte daher einen Ausbiß anschneiden, der noch nicht aufgefunden werden konnte. Im östlicheren, zwischen dem Hodžica und dem Borovo brdo herabkommenden, Rahulja zubenannten Bache steht jedoch in der rechten Grabenlehne unter dem Hause des Ramanović und in der Bachsohle ein Flöz von ansehnlicher Mächtigkeit an. Es besteht aus zwei durch ein gegen 7 m starkes Zwischenmittel voneinander getrennten Bänken. Die untere ist fast 4 m, die obere etwa 2 m mächtig, jedoch durch Schutt des nahen Grundgebirges so verdeckt, daß ohne einen zweckdienlichen Einbau ihre wahre Mächtigkeit nicht sichergestellt werden kann. Das Liegende des Flözes wird von gelbgrauen, lettig zersetzten Mergeln gebildet. Sein Einfallen ist steil nach Nordosten, also gegen das Grundgebirge zu gerichtet, was auf einer Schlepplage zu beruhen scheint. Übrigens ist es nicht ausgeschlossen, daß die scheinbare Hangendbank nur ein durch Störungen abgetrenntes Flöztrum ist. Die am Ausbisse plattig oder klotzig sich absondernde Kohle des Rahuljagrabens ist zwar zum Teile von kompaktem, glanzkohlenartigem Aussehen, zumeist aber besitzt sie mehr oder weniger deutlich ausgeprägte Holzstruktur. Sie ist von schwarzer Farbe, braunschwarzem Strich und namentlich am ebenen oder flach muscheligen Querbruche von ziemlich

lebhaftem Glanz. Die Partialanalyse einer lufttrockenen Probe ergab:

Feuchtigkeit	18·44 %
Asche	12·80 %
Schwefel.....	1·68 %
Heizwert nach Berthier	4012 Kal.

Etwas über 1 *km* südöstlich vom Rahuljagraben ist unterhalb des Dorftheiles Savići der Gemeinde Hrváčani im oberen Dabovabache, der hier Velika rijeka genannt wird, ein ansehnlicher Flözausbiß entblößt. Er befindet sich etwa 200 Schritte von der Stepiémühle bachabwärts. Das Flöz, welches unter 49° nach Südwesten (14 Stunden) einfällt, wird durch eine 1·2 *m* mächtige taube Mergeleinschaltung in zwei Bänke gegliedert. Die untere hat eine Mächtigkeit von 3·6, die obere von fast 5 *m* und beide scheinen sehr rein zu sein. Die Kohle zeigt am verwitterten Ausbiß dünnplattige Absonderung oder blättert auf. Sie ist von überwiegend streifenkohlenartiger, teilweise aber auch von lignitischer Beschaffenheit, von schwarzer oder schwarzbrauner Farbe und ebensolchem Strich und färbt kalte Kalilauge nur schwach, erwärmte aber rasch braun. Eine ältere (vom Generalprobieramte in Wien ausgeführte) Elementaranalyse einer Probe, die zweifellos von diesem Ausbiß entnommen wurde, weist aus:

Kohlenstoff	48·30 %
Wasserstoff	3·16 %
Sauerstoff, Stickstoff u. a.	17·99 %
Verbrennlicher Schwefel	1·03 %
Hygroskopisches Wasser	19·30 %
Asche	11·25 %
Heizwert, berechnet	3964 Kal.

Die Kohle ist nicht backend, sondern ergibt 38·25 % sandigen Verkokungsrückstandes.

Anzeichen der Flözfortsetzung sind sowohl westlich als auch östlich vom Ausbisse der Velika rijeka wahrzunehmen, müßten aber durch Schürfungen erst bloßgelegt werden; nur im Einschnitte des Savićski potok auf der Ostseite des Rückens, auf welchem die Häusergruppe der Savići liegt, ist in der Nähe der Majstoroviémühle ein ausreichend offener natürlicher Aufschluß vorhanden. Er besteht aus zwei, kaum 20 *m* voneinander entfernten, trotzdem gegeneinander ein-

fallenden Flöztrumen. Der nördliche, unmittelbar bei der Mühle hat weißen Letten mit eingekneteten Kieselgesteinsbrocken zum Liegenden und verflächt steil nach Südwesten. Er wird von hellgrauen Mergeln überlagert, die teilweise durch Schutt verdeckt sind und wenige Schritte unterhalb der Mühle das Hangende eines Kohlenflözes bilden, mit welchem sie unter 44° nach Nordosten, also bergwärts, einfallen. Im Liegenden dieses Flözes treten plattige mergelige Süßwasserkalke auf, welche eine Fülle der oben erwähnten großen *Limnaeen*, *Sphaerien*, *Planorben* etc. einschließen. Das nördliche, normal lagernde Flöztrum ist über 2 m mächtig und führt lignitische Kohle von schwarzer Farbe und mattem Glanz; der südliche Flözausbiß ist von mehreren tauben Mitteln durchwachsen, so daß von der Gesamtmächtigkeit von 3·2 m nur etwa die Hälfte auf die Kohle kommt. Diese ist überwiegend ebenfalls ein Lignit von schwarzer Farbe und schwachem Glanz, mit vollkommen erhaltener Holzstruktur, in der Liegendpartie des Flözes jedoch auch eine durch Verwitterung aufblätternde Streifchenkohle von mattem Pechglanz, durchzogen von glasglänzenden linsenförmigen Schmitzchen. Diese letztere Kohlenart verhält sich Reagenzien gegenüber durchaus wie normale Braunkohle; der schwarze Lignit hingegen färbt kalte Kalilauge gar nicht, heiße nur schwach bräunlich und gleicht im Verhalten auch sonst einer Holzkohle. Die chemische Zusammensetzung der beiden Kohlenarten ist erheblich verschieden, namentlich hinsichtlich des Aschen- und des Schwefelgehaltes, wie die folgenden Analysen: a) der Streifchenkohle, b) des Lignites zeigen. Die erstere Probe schien etwas verwittert, die letztere sehr frisch zu sein.

	a)	b)
Kohlenstoff	46·18 %	52·80 %
Wasserstoff	3·40 %	3·92 %
Sauerstoff, Stickstoff u. a. ...	18·82 %	15·74 %
Gesamtschwefel	4·75 %	1·20 %
Verbrennlicher Schwefel	1·90 %	0·86 %
Hygroskopisches Wasser	13·20 %	19·10 %
Asche	15·65 %	8·10 %
Heizwert berechnet	4156 Kal.	4795 Kal.

Auf der Süd-, bzw. Südwestseite der Braunkohlen-Ablagerung von Kotor-Varoš sind Flözausbisse am zahl-

reichsten zwischen Plitska donja und Maslovare südöstlich von Kotor, d. h. auf dem Gegenflügel der Ausbisse von Hrvaci. Sie liegen nahe am Grundgebirge und fallen steil bis sehr steil nach Nordosten ein. Einen guten Anschluß bietet ein von den oben erwähnten fossilienreichen Süßwasserkalken begleiteter Flözausbiß im Einschnitte des Cvrtskabaches in Večići, wenige hundert Schritte unterhalb der Džamija. Diese und das Mekjeb (moslim. Religionsschule) liegen auf wahrscheinlich der Kreide angehörigem Kieselgesteinsflysch, bestehend aus einer Wechselfolge von dünnschichtigem Hornstein und Halbjaspis (Radiolarit) mit schwarzem Kalktonschiefer und schwarzblauem plattigem Kalk, welche von lokalen Störungen durchsetzte Schichtenreihe im allgemeinen steil nach Nordosten einfällt. (Vgl. Abb. 64.) Die unmittelbare

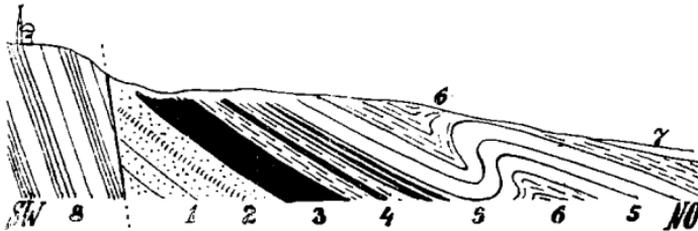


Abb. 64. Profil des Flözausbisses in Večići bei Kotor-Varoš. 1 = lettig zersetzter sandiger Tegel. 2 = Ausgebrannter Kohlenschmitz. 3 = Kohlenflöz. 4 = Grauer Tonmergel, ein Kohlenflözchen einschließend. 5 = Plattige Süßwassermergel mit zwei Kohlenschmitzen in der Liegendpartie. 6 = Milde Mergel. 7 = Diluvium und Alluvium der Vrbanja-Ebene. 8 = Kieselgesteinsflysch.

Auflagerung des Binnenlandoligomiozäns auf diesem Grundgebirge ist nicht entblößt; erst etwas weiter talwärts treten in der linken Tallehne die Tertiärschichten zutage. Sie bestehen aus lettig zersetztem sandigem Tegel, welcher das Liegende eines 2·8 m mächtigen, von einigen schwachen tauben Mitteln durchzogenen Flözes bildet. Darüber liegen graue Tonmergel, die ein 15 cm starkes Kohlenbänkchen einschließen, worauf gelbgraue sprödere Süßwassermergel folgen, die reich an den oben genannten Versteinerungen sind und in ihrer Liegendpartie auch noch zwei Kohlenschmitzchen enthalten. Das generelle Einfallen aller Schichten ist unter durchschnittlich 30° nach 2 Stunden gerichtet, jedoch bestehen lokale Stauchungen und Verwerfungen, welche die Lagerung komplizieren (Abb. 64). Im Bereiche der Liegendtegel treten an einer Stelle Brocken von Erdbrandgestein auf die

möglicherweise einem ausgebrannten Liegendschmitz entstammen, wie überhaupt Anzeichen von Selbstentzündung der Kohle nur im Südfügel der Ablagerung vorhanden zu sein scheinen. Die Kohle der Schmitze ist eine am Ausbisse aufgeblätterte oder schuppig zerfallende, streifenkohlenartige, Mattkohle, während das mächtige Flöz, ähnlich wie der Ausbiß bei der Majstoroviémühle in Savići, neben gleichbeschaffener auch ausgesprochen lignitische Kohle führt.

Östlich von Veiči bei Kukavica sind zwei Flözausbisse bekannt: der eine tritt in der Talsohle der Vrbanja westlich vom 43. Straßenkilometer; der zweite in der Jezerska rijeka etwa 800 m oberhalb ihrer Einmündung in die Vrbanja zutage. Der erstere Ausbiß zeigt eine gewisse Übereinstimmung mit dem Flöze in der Velika rijeka bei Savići insofern, als auch er durch eine zirka 1 m mächtige taube Einschaltung in zwei Bänke gegliedert ist, deren liegende fast 5 m, die hangende gegen 2 m Mächtigkeit besitzt. Auch die Beschaffenheit der Kohle ist ähnlich, nur herrscht Lignit erheblich vor. Das Einfallen ist unter fast 80° nach 2 Stunden gerichtet. Unterlagert und bedeckt wird das Flöz von lettig zersetzten Mergeln; das mächtige Zwischenmittel besteht aus bituminösem Mergel mit Kohlenschmitzen und viel zerpreßten *Limnaeen* und *Planorben*. Eine ältere Elementaranalyse der schwarzen und glänzenden lignitischen Kohle ergab:

Kohlenstoff	52·80 %
Wasserstoff	3·56 %
Sauerstoff, Stickstoff u. a.	23·69 %
Verbrennlicher Schwefel	1·40 %
Hygroskopisches Wasser	15·65 %
Asche	4·30 %
Heizwert berechnet	4539 Kal.

Die Kohle ist nicht backend. Der sandige Verkokungsrückstand beträgt 29·60 %.

Der zweite Ausbiß in der Jezerska rijeka zeigt ebenfalls steiles nördliches Verflachen und besteht, wahrscheinlich infolge von lokalen Ausbildungsänderungen, aus mehreren Bänken und Schmitzen, deren zum Teil mächtige Zwischenmittel reich an *Limnaeen*, *Planorben*, *Bythinien* u. a. sind. Die entblöbte Flözpartie ist gegen 3 m mächtig, wovon jedoch fast drei Viertel auf die tauben Mittel entfallen. Der

trotz seiner beträchtlichen Ausdehnung wegen der Quartärbedeckung unzulängliche Aufschluß läßt eine nähere Parallelierung mit den sonstigen Flözausbissen des Kotor-Varoßer Beckens vorläufig nicht zu.

Noch weiter südöstlich, ganz nahe am Rande der Ablagerung bei Lauševiči und Budžak linksseits des Kruševicaflüßchens, wurden kürzlich teils durch Bahnarbeiten, teils durch bergmännische Eingriffe im Einschnitte des Jankovabaches und im westlich angrenzenden Gelände sehr gute Aufschlüsse geschaffen, welche zur Errichtung eines hoffnungsreichen neuen Kohlenwerkes bei Budžak (Maslovare) führten. Das von einem Hangendflöz begleitete, in einem ähnlichen Schichtenverbande wie bei Večiči befindliche, unter mittleren Winkeln nach Norden bis Nordosten einfallende Bauflöz ist durchschnittlich 3 m mächtig. Es führt eine Glanzbraunkohle von prächtigem Aussehen und folgender Zusammensetzung:

Hyroskopisches Wasser.....	17.56 %
Asche	3.90 %
Gesamtschwefel	1.68 %
Verbrennlicher Schwefel	1.39 %
Entgasungsrückstand	49.40 %
Heizwert, kalorimetrisch bestimmt	5.205 Kal.

Auch hier ist das Flöz am Ausbiß partienweise ausgebrannt, was beim Abbau zur Vorsicht mahnt. Die teils milden, teils spröden Hangendmergel sind lagenweise reich an Tier- und Pflanzenfossilien. Manche Schichten sind erfüllt mit *Cypris*-Schalen und *Pisidien*, in der Kohlennähe finden sich häufiger *Planorben*, *Limnaeen*, *Unio* u. a. Von Pflanzen sind am meisten Nadelhölzer verbreitet: *Glyptostrobus europaeus* Heer, *Taxodium distichum miocaenum* Heer, *Sequoia Langsdorfi* Bgt. sp., aber auch Gräser: *Poacites*, *Phragmites* sowie Dicotyledonenreste sind reichlich vorhanden, insbesondere Blätter und Früchte von Erlen und Ulmen, ferner *Ficus*, *Rhamnus*, *Quercus*, *Paliurus*, *Sapotacites* usw., eine noch der Bearbeitung harrende artenreiche Flora von oligozänem Gesamtcharakter.

Auch am nordwestlichen Ende des Beckens von Kotor-Varoš ist ein Kohlenausbiß bekannt, u. zw. im Malo polje nordnordwestlich von Varoš in der Wasserrinne, die von der linken Seite in den Svinjarabach mündet, unmittelbar ehe sich dieser in die Vrbanja ergießt. An dieser Stelle soll das

unter der quartären Schotterdecke zutage kommende Flöz bei einer Grabung 4 m mächtig befunden worden sein, der Ausbiß ist jedoch nur auf etwa 1.5 m offen. Er führt lignitische Kohle von schwarzer Farbe, schwarzem Strich, mattem Glanz und ist anscheinend sehr rein. Das Einfallen scheint flach nach Nordwesten gerichtet zu sein.

Die Verteilung der Flözausbisse in der Kotor-Varošer Binnenlandtertiärablagerung darf wohl als Beweis dafür angesehen werden, daß sie in ihrer ganzen Ausdehnung kohlenführend ist, wenn auch das größte Kohlenvermögen in der östlichen Partie zwischen Hrváčani, Večići u und Maslovare konzentriert zu sein scheint. Durch die neue Industriebahn, welche die Ablagerung der ganzen Länge nach durchzieht und ihren Anschluß an die Normalspurbahn von Banja Luka bewerkstelligt, ist es ermöglicht worden, die Ausbeutung des zweifellos beträchtlichen Kohlenreichtums des Beckens von Kotor-Varoš in Angriff zu nehmen und ist zu hoffen, daß das neue Kohlenwerk schon für die nächste Zeit beachtenswerte bergwirtschaftliche Bedeutung erlangen wird.

In seinem Unterlauf tritt der Vrbanjafluß bei der Ortschaft Vrbanja in die **Braunkohlenablagerung von Banja Luka** ein, welche die Vrbasebene im Norden dieser Kreisstadt und das dieselbe umrandende Hügelland einnimmt. Sie besitzt einen fast rechteckigen Umriß von 11 km süd-nördlicher Höhe und gegen 8 km ostwestlicher Breite und ihr Flächeninhalt beträgt annähernd 80 km². Ihre ziemlich geradlinige östliche, westliche und südliche Begrenzung wird durch Brüche bewirkt, an welchen die Binnenlandtertiärbildungen in das hauptsächlich der Kreide und teilweise auch dem Eozän angehörige Grundgebirge eingesenkt sind. Die beiden meridionalen Randbrüche gehören einem Störungssystem an, welches von einem südostnordwestlichen Spaltensystem gekreuzt wird, dem der südliche Randbruch angehört. Diese beiden Störungssysteme machen sich im großen wie im kleinen in der ganzen Ablagerung geltend.

Das kohlenführende Jungtertiär von Banja Luka gliedert sich in drei petrographisch gut charakterisierte Stufen, von welchen die beiden unteren mehr faziell als zeitlich verschieden, also teilweise heteropisch sind, während die dritte sich als jüngere Decke über den beiden unteren

diskordant ausbreitet. Von den Liegendstufen ist die eine psammitisch, hauptsächlich aus mürben Konglomeraten, Sandsteinen und sandigen Tegeln bestehend, wogegen die andere von lichten Mergeln und Süßwasserkalken gebildet wird. Die jüngere transgredierende Hangenddecke besteht aus einer Wechselfolge von leicht zu Schotter zerfallenden tonigen Konglomeraten und feinsandigem bis schiefer-tonartigem Sediment. Alle drei Stufen werden in ihrer petrographischen Zusammensetzung sichtlich durch das benachbarte Grundgebirge beeinflußt. Da im Osten und Südosten der Ablagerung mit Serpentin, Melaphyr und Diabas im Verbande stehende tuffitische Sandsteine verbreitet sind, bilden Fragmente dieser Gesteine auch die Hauptgemengteile der auf der Ost- und Südseite der Ablagerung herrschenden psammitischen Liegendstufe; während auf der Westseite der Ablagerung, wo das Grundgebirge aus verschiedenen Kalksteinen besteht, die Mergel- und Süßwasserkalkstufe mächtig entwickelt ist.

Diese beiden Stufen sind kohlenführend, jedoch die psammitische nach allen bisherigen Erfahrungen in erheblich geringerem Grade als die Mergelstufe. Nur diese letztere scheint abbaufähige Flöze einzuschließen, u. zw. nach den Ergebnissen einer Anzahl von Tiefbohrungen zu urteilen, bloß vom westlichen Rande bis gegen die Mitte der Ablagerung. In dieser Zone befindet sich auch an der westlichen Peripherie der Stadt am Fuße des Laußberges das landesärarische Kohlenwerk Banja Luka, das auf einem Flöze baut, welches die in der ganzen Ablagerung überall stattfindende rasche Änderung der örtlichen Flözentwicklung besonders deutlich erkennen läßt. Man glaubte ursprünglich, es dort, abgesehen von etlichen Schmitzen, mit drei Flözen zu tun zu haben, deren legendstes, welches allein bis zutage ausbeißt, man Laußer Flöz zubenannt hatte; erst durch den fortschreitenden Bergbau erkannte man, daß es sich lediglich um drei, durch Zwischenmittelanschwellungen voneinander getrennte, sich jedoch bergewärts vereinigende Bänke eines einzigen Flözes handle, welches an der Vereinigungsstelle 8 m Mächtigkeit erreicht, während die einzelnen Bänke 2 bis 4 m mächtig sind. (Abb. 65). Das Liegende und Hangende dieses Bauflözes von Banja Luka wird von meist bituminösen und fossilienreichen Mergeln gebildet, die in der Hangendpartie mit Süßwasserkalken wechsellagern, welche einen vortrefflichen Baustein

abgeben und am Laušberge in mehreren Steinbrüchen gewonnen werden. Ähnliche Verhältnisse wie im engeren Bergbaugebiete von Banja Luka herrschen im ganzen kohlenreichen westlichen Abschnitte der Ablagerung. Die reichste Kohlenführung ist in der Gegend von Pavlovac nordwestlich von Banja Luka und im Gebiete des Crkveno brdo südwestlich bei Ramići vorhanden, welche Gebiete daher für die zukünftige Entwicklung des Bergbaues zunächst in Frage kommen. Überall sind besonders die Hangendschichten der Kohle reich an Versteinerungen, worunter in den härteren plattigen Mergeln *Congerien*, in den milden Mergeln *Melanien* vorherrschen. Besonders charakteristisch und in vergleichender Hinsicht wichtig sind *Cong. bosniaca* m., *Cong. Cvitanovići* Brus. und die eine geschlossene Übergangsreihe bildenden Melanien mit den Endgliedern: *Melania Pilari* und *Melania verbasensis* Neum.⁸⁴⁾ Die stellenweise reichlich vorhandenen Pflanzenreste schließen sich an die oligozänen Floren Mitteleuropas an, während umgekehrt die bisher in der Kohle selbst gefundenen Wirbeltierreste auf Miozän verweisen. (Vgl. die Übersicht S. 70—76). Da jedoch die sonstige Fauna in ihren wesentlichen Bestandteilen vollkommen mit der Fauna jener Braunkohlenbildungen Nordbosniens übereinstimmt, die von marinem Mediterran überlagert werden, wodurch ihre obere Altersgrenze scharf fixiert erscheint, so unterliegt es nicht dem geringsten Zweifel, daß auch die Braunkohlenablagerung von Banja Luka oligozänen bis höchstens untermiozänen Alters ist. Sie darf geradezu mit zu den Vergleichstypen der oligomiozänen Binnenlandbildungen Bosniens und der Hercegovina gezählt werden.

Die Kohle von Banja Luka ist eine zumeist pechkohlenartige, untergeordnet auch lignitische Braunkohle von schwarzer Farbe, flachmuscheligen Bruch und ziemlich lebhaftem Glanz. Über ihre Zusammensetzung geben die folgenden Elementaranalysen Aufschluß, von welchen sich *a*) auf die Liegendbank (sogenanntes Laušer Flöz), *b*) auf die Hangendbank des Bauflözes bezieht. Die Kohle der Mittel-

⁸⁴⁾ Vgl. Katzer: Die Braunkohlenablagerung von Banja Luka in Bosnien, l. c. 1913, S. 59 (211), und die Tafeln. — Ferner derselbe: Die montangeologischen Verhältnisse der Braunkohlenablagerung von Banja Luka (mit Karte und Tafel). Sarajevo 1914. Mit Rücksicht auf diese eingehenden Monographien wurde die obige Darstellung auf das Wichtigste beschränkt.

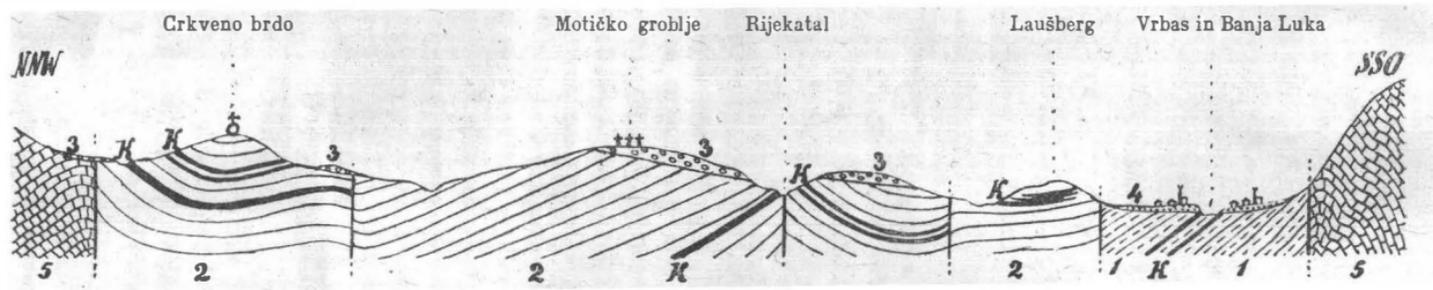


Abb. 65. Profil durch die Braunkohlenablagerung von Banja Luka.

1 und 2 Produktives Binnenlandoligozän, u. zw. 1 = Psammitische Stufe. 2 = Mergelstufe. K = Kohlenflöze. 3 = Deckenschotter. 4 = Quartär der Vrbasebene. 5 = Grundgebirge, im Süden Plattenkalke, im Norden Sandsteine.

bank, ebenso wie die Kohle des aus der Vereinigung aller drei Bänke hervorgegangenen sogenannten Hauptflözes des damaligen Banja Lukaer Abbaugebietes ist von der gleichen Beschaffenheit, und auch die Kohlen von den verschiedenen Ausbissen im übrigen Bereiche der Mergelstufe der Ablagerung weisen keine erheblichen Unterschiede auf. Alle sind nicht-backende Sandkohlen mit einem durchschnittlichen Heizwert von 4000 Kalorien.

	a)	b)
Kohlenstoff	47·62 %	50·07 %
Wasserstoff	3·29 %	3·18 %
Sauerstoff, Stickstoff u. a. ...	17·41 %	18·05 %
Gesamtschwefel	4·91 %	4·38 %
Verbrennlicher Schwefel	3·50 %	2·98 %
Hygroskopisches Wasser	21·82 %	17·60 %
Asche	8·45 %	9·70 %
Heizwert berechnet	4162 Kal.	4276 Kal.

Nördlich von Banja Luka fehlen in dem zum Vrbas entwässernden Gelände oligomiozäne Binnenlandbildungen zwar nicht, jedoch scheinen sie sehr arm an Kohle zu sein. Sie sind am meisten verbreitet im Gebiete von Turjak auf der Nordseite der östlichen Ausläufer der Kozara planina und erstrecken sich ungefähr von der Jurkovicarijeka nordwärts bis zum Želakušabache bei Podgraci.⁸⁵⁾ Da sie unter marines Mediterran einfallen und von ihm bedeckt werden, fällt ihre Entstehung zuverlässig in die Zeit vor dem Mittelmiozän. Sie bestehen vorzugsweise aus blaugrauen Tegeln und milden Mergeln sowie aus lichten gelblichen, teils harten plattigen, teils weicheren mergeligen Süßwasserkalken, die stellenweise eine Fülle von Versteinerungen, hauptsächlich *Congerien* führen, darunter *Cong. Zoisii* Brus., *Cong. bosniaca* m. und *Cong. Cvitanovići* Brus., die sich hier ebenso wie anderwärts in Nordbosnien als die wahren Leitfossilien der vormittelmiozänen Binnenlandbildungen des Jungtertiärs erweisen. Daneben kommen verhältnismäßig spärlich kleine *Hydrobien*, *Bythinien* und in tonreicheren Mergeln *Planorben*, *Neri-*

⁸⁵⁾ Vgl.: Geologische Formationsumriß-Spezialkarten von Bosnien und der Hercegovina. 5. Blatt: Alt-Gradiška Orahova. Sarajevo, 1912.

todonten und *Melanien* vom *Pilari*-Typus vor, alles leider meist in schlechtem Erhaltungszustand.

Kohlenführend hat sich bis jetzt nur die südwestliche Randpartie dieser Süßwasserbildungen bei **Užari**, einem aus zwei Häusergruppen bestehenden Dorfteile von Šimići, erwiesen. Užari liegt an der Grenze zwischen den Bezirken Banja Luka und Bosn. Gradiška in einer Talmulde, in welcher unter lichten plattigen Süßwassermergeln blaugraue Tegel hervorkommen, die stellenweise von verschwemmten diluvialen Schottern bedeckt sind. In einer solchen Schotterscholle wurde etwas südlich von der westlichen Häusergruppe vor einigen Jahren eine Brunnengrabung vorgenommen, wobei man in geringer Teufe auf Kohle stieß. Die flach nach Nordosten einfallende, angeblich 80 cm starke Kohlenbank ist dem graublauen sandigen Tegel eingeschaltet, hat jedoch grauen schmierigen Letten zum unmittelbaren Hangenden. Die Kohle besitzt bei schwarzer Farbe ziemlich starken Glanz und ist entweder von derber oder flaseriger bis lignitischer Beschaffenheit. Auch einige Hundert Schritte weiter südlich soll sich unterhalb der früher dort bestandenen Quelle im tiefen Grabenriß nach heftigen Regengüssen Kohle zeigen. Was sonst noch über angebliche Kohlenausbisse in der Gegend verlautet, ist bis jetzt ohne Beleg geblieben.

Südlich von Banja Luka liegen im Vrbasegebiete mehrere Braunkohlenablagerungen, die teils nach ihrer Fossilienführung, teils nach petrographischen Analogien dem Oligomiozän angehören.

Die nächste ist die **Braunkohlenablagerung von Balte-Mehovci** auf der Ostseite des Vrbas in der breiten Senke zwischen der Bjeljevina (743 m) und der Osmaća planina (948 m), südöstlich des scharfen Flußknies bei Karanovac. Sie nimmt die Umgebung der genannten Ortschaften und von Kablovi ein, reicht im Norden bis zu den verstreuten Häusergruppen von Bastasi, im Süden bis zu den Kalkhöhen von Memići, während sie sich im Südosten ohne einheitliche Begrenzung schollenweise gegen die Vrbanja hin fortsetzt. Die Unsicherheit der Begrenzung etwa von Kablovi über Vranić und Ravne gegen Šibóvi wird dadurch bewirkt, daß hier nur eine dünne, oft durchbrochene Decke von meist mürben tonreichen Konglomeraten erhalten geblieben ist, die zumeist in lehmige Schotter aufgelöst, sich weder vom

tonig zersetzten Kalk- und Flyschgrundgebirge noch von den das Vrbanjatal begleitenden Diluvialschottern scharf trennen lassen. Dessen ungeachtet ist die Verbindung mit der Kotor-Varošer Binnenlandablagerung deutlich genug, daß man von einem aus dem Vrbanjatale bei Varoš und Šibovi nordwestwärts über das Plateau zum Vrbas sich erstreckenden, von Maslovare bis Karanovac 30 km langen Zuge jungtertiärer Bildungen sprechen darf. Es mögen in dieser Zone Wasseransammlungen bestanden haben mit seichten Seen, entsprechend den Becken von Kotor-Varoš und Balte-Mehovci, nur natürlich viel breiter als es die grabenartig eingesenkten zusammengestauchten heutigen Ablagerungsrelikte sind, und mit Zuflüssen, die gegen Ende der Bildungszeit der Ablagerungen ein solches Gefälle erlangten, daß sie nebst Schlamm und Sand auch Schottermassen zu transportieren und über den schlammigen und feinsandigen Sedimenten auszubreiten imstande waren. Ähnliche Wasserbecken und Gerinnsysteme bestanden, wie wir weiter unten sehen werden, auch im Süden und Südwesten von Banja Luka, von woher im Jungtertiär über die heutigen Plateauhöhen hinweg Wasserströme nordwärts abflossen.

Die psephitischen Hangenddecken breiten sich diskordant über den schon vor ihrer Ablagerung gestört gewesenen Oligomiozänbildungen aus, wodurch ihre Altersbestimmung, wenn sie keine Fossilien führen, sehr erschwert wird, obwohl ein anderes als jungtertiäres oder diluviales Alter für sie nicht in Frage kommen kann. Bei Banja Luka und im untersten Vrbasgebiete bei Laktaši⁸⁶⁾ sind analoge Sedimente sicher pliozänen Alters, was wohl auch sonst zumeist der Fall sein dürfte.

Diese Hangendschotter und Konglomerate müssen streng unterschieden werden von den Basalkonglomeraten des Oligomiozäns, welche in einigen von den Kohlenablagerungen des Vrbasgebietes sowie in vielen anderen des Landes mächtig entwickelt sind.

Der größte Teil der Oberflächenerstreckung der Binnenlandablagerung von Balte-Mehovci wird von den tonigen Hangendschottern und mürben Konglomeraten eingenommen, unter welchen nur im nordwestlichen Abschnitte östlich des

⁸⁶⁾ Sie enthalten dort eine individuenreiche Fauna, darunter die bemerkenswerten neuen Arten *Congeria Philomenae* m. und *Limnocardium Frangeši* m.

Svrakovabaches oligomiozäne kohlenführende Schichten zutage kommen. Dieser Bach, welcher in seinem Oberlaufe Rijeka genannt wird, zieht ungefähr von den südlichsten Kablovihäusern bis zum Debelo brdo in geringen Entfernungen von dem bald auf seiner linken, bald auf seiner rechten Seite bleibenden Rande der Tertiärablagerung hin. Der Kreidekalk des Grundgebirges bildet hier mäßig hohe Steilabfälle, die einem Absturze zu entsprechen scheinen, weil die Tertiärschichten schräg an ihnen abstoßen (Abb. 66). Sie bestehen vorzugsweise aus wohlgeschichteten, grauen, sich in gelben Lehm auflösenden Mergeln mit Spuren pisidienartiger Zweischaler, keiner Schnecken (*Hydrobien?*) und *Cyprisschalen*; ferner aus ebenfalls meist tonig zersetzten, mehr oder weniger sandigen Tegeln sowie untergeordnet aus hellgrauem bis fast weißem, sehr feinkörnigem, leicht abreiblichem Quarzsandstein, den man teilweise wohl als porösen Limnoquarzit bezeichnen könnte. Er tritt hauptsächlich bei den Momići- und den Ozrengehöften auf, leider jedoch nur in unzulänglichen Ausbissen, welche keinen Aufschluß über seine Mächtigkeit und seinen Schichtenverband bieten. Fossilien wurden darin noch nicht gefunden. Kohlenführend scheinen bloß die Mergel zu sein, in welchen Flözausbisse nur in der Talfurche des Svrvakovabaches bekannt sind. Nordwestlich von den Jelovachäusern in den ebenen Fluren Tješarovac und Luke, am Fuße der Kreidekalklehne Ratkovine, sind in kurzer Distanz voneinander zwei Kohlenausbisse vorhanden, die beide gegen Südsüdosten einfallen, so daß zwei, durch eine gegen 20 m mächtige taube Einschaltung voneinander getrennte Kohlenflöze vorzuliegen scheinen. Dafür würde auch der Umstand sprechen, daß die beiden Ausbisse verschiedene Kohle führen: der liegende, eine etwas schieferige bis plattige Glanzkohle mit vereinzelt lignitischen Partien, durchzogen von bis 1 cm starken Schmitzchen einer leicht zerreiblichen, abfärbenden, dem faserigen Anthrazit (fossilen Holzkohle) ähnlichen Kohle von tief schwarzer Farbe und schwarzem Strich, die jedoch auf Absonderungsflächen aus kreuz und quer übereinandergelagerten verkohlten Pflanzenfetzen zu bestehen scheint; der hangende, welcher den Eindruck einer lokalen Anhäufung von Stammstücken macht, ausschließlich glanzlosen braunen Lignit von reiner Holzstruktur. Die Mächtigkeit der nur bei tiefem Wasserstande zugänglichen Ausbisse beträgt schätzungsweise je 1,5 m. Ein weiterer

Kohlenausbüß von der Beschaffenheit des erstgedachten, jedoch entgegengesetzt einfallend, befindet sich im Svrakova-einschnitt knapp unterhalb der Einmündung des Mehovei-baches. Er ist aber so vertragen, daß er nur durch einen Abraum zugänglich gemacht werden kann. Ob und wie weit die Kohlenführung ost- und nordwärts über Ozren und Jelovac anhält, könnte nur durch entsprechende Einbaue ermittelt werden, jedoch sind auf ein bedeutendes Kohlenvermögen in dieser Gegend keine Hoffnungen zu setzen. Die Qualität

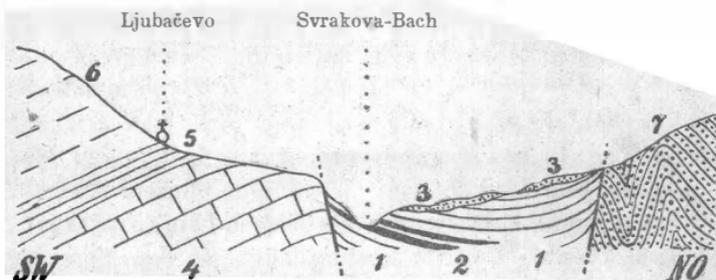


Abb. 66. Profil durch die Braunkohlenablagerung von Balte-Mehovei.

1, 2 und 3 Binnenlandtertiär u. zw.: 1 = Mergel und Tegel. 2 = Kohlenflöze. 3 = Hangendschotter und mürbe Konglomerate. 4 = Graue bankige Kalke der Unterkreide. 5 = Dolomit. 6 = Rudistenkalk der Oberkreide. 7 = Bunte Plattenkalke (Kreide?). Bei 6 Gehänge der Osmača planina; bei 7 Aufstieg zur Bjeljevina planina. (Das Profil ist mäßig überhöht.)

der besagten besseren Ausbüßkohle ist mittelmäßig; eine Immediatanalyse ergab:

Feuchtigkeit	10·75 %
Asche	8·20 %
Flüchtige organische Substanz ..	46·57 %
Entgasungsrückstand	42·68 %
Heizwert nach Berthier	4310 Kal.

Die Kohle ist eine schwach sinternde Sandkohle mit, nach der qualitativen Probe zu urteilen, nicht sehr beträchtlichem Schwefelgehalt.

Die Vrba aufwärts nächstfolgende **Braunkohlenablagerung von Re kavica-Krupa** liegt auf der linken Seite des Flusses oberhalb der vielbewunderten Tjesnoklamm westlich des Osmačarückens. Sie besteht, abgesehen von einigen unbedeutenden zu Schotter aufgelösten Konglomeratschollen,

aus zwei, durch die von der Bojanicakuppe (534 m) zum Mukvir (515 m) bei Kola ziehende Kalkhöhe voneinandergetrennten Partien, deren östliche, zum Vrbas herabreichende, bedeutend größer ist als die westliche, sich an den Ostabfall des Krninhügels anlehrende. In beiden Partien herrschen mürbe Konglomerate und erdreiche Schotter beiweitem vor, die, stellenweise Riesengerölle enthaltend, den Eindruck von Moränenblockwerk machen, namentlich entlang der Vrbastalstraße südlich der Rekavicamündung, wo sie auf einer 4 km langen Strecke anstehen, ferner oben auf dem Plateau bei Stanišići kuće und Vukelića groblje (Krupa) sowie bei Vukojevići (Rekavica). Zum Teil sind die Konglomerate allerdings auch fest und zähe mit reichlichem, kalkigem Bindemittel, wie namentlich die mittel- bis klein-

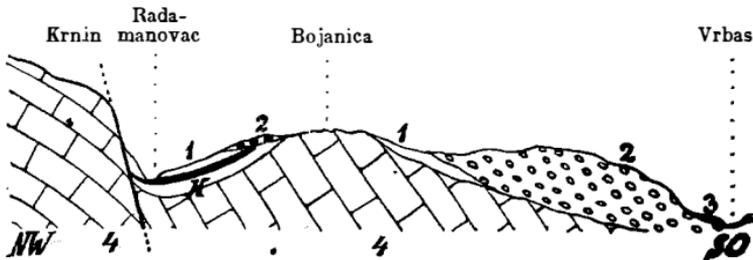


Abb. 67. Profil durch die Braunkohlenablagerung von Rekavica-Krupa am Vrbas.

- 1 = Mergel und Süßwasserkalke. *K* = Kohlenflöz. 2 = Mürbe Konglomerate und grobe Schotter. 3 = Vrbas-Alluvium.
4 = Kreidegrundgebirge.

körnigen Abarten in der Erstreckung nördlich des Krupa-baches. Diese enthalten ziemlich viel Sandstein- und Kieselgesteinsgerölle, die nur von entfernteren Gegenden herkommen können, wogegen alle großen Blöcke von zuweilen mehr als 1 m³ Umfang, ausschließlich aus Kalksteinen der näheren Umgebung bestehen. Es handelt sich im Konglomeratgebiete von Krupa-Rekavica offenbar um die Ausfüllung eines Beckens, welches in die zwischen der Osmača und Tisovac planina beginnende, den Vrbas übersetzende und gegen Pervan und Banja Luka sich ausbreitende Verebnungsfläche eingetieft war.

Nur am Westrande der beiden Konglomeraterstreckungen kommen in beschränktem Umfange auch Mergel, Tegel und Süßwasserkalke zutage, die Kohle einschließen. Sie liegen zwar zum Teile ebenso unmittelbar auf dem Grund-

gebirge, wie die Konglomeratstufe, unter, welche sie indessen partienweise doch unterzutauchen scheinen (vgl. Abb. 67). Leider sind klare Übergänge von einer Stufe in die andere nirgends aufgeschlossen. In der größeren Ablagerung treten Süßwassermergel und Tegel nur bei den Samaričihäusern nordwestlich des Krupaursprunges auf. Im tiefen Einschnitte des Samarin potok sind sie bei etwas sandiger Beschaffenheit von blaugrauer Farbe, sonst aber überall in gelben Lehm zersetzt. Im Bacheinriß soll nach Durchwaschungen durch heftige Regengüsse ein geringfügiger Kohlenschmitz zu sehen sein.

Ein stärkeres Flöz ist in der westlichen Ablagerungspartie eingeschlossen. Hier scheinen die Mergel und Süßwasserkalke an den Kreidekalken des Krnin geschleppt zu sein, gegen welche sie mit geringer Neigung einfallen (Abb. 67). Eine mächtige Decke bilden sie jedoch auf der abgesunkenen Kreidescholle nicht, weil sie von einem Bächlein, genannt Radamanovac potok, durchzogen werden, welcher nach kurzem südnördlichem Lauf in einem Ponor verschwindet, der wohl sicher in ein Karstgerinne des Kreideuntergrundes führt. Im Taleinschnitte dieses Bächleins befinden sich die Kohlenausbisse, die durch kleine Einbaue beschürft wurden, wobei im Liegenden der Kohle blauer Letten und darunter in geringer Mächtigkeit Schotter angetroffen worden sein soll. In den noch vorhandenen Aufschlüssen läßt sich lediglich erkennen, daß das beiläufig 2 m mächtige Flöz bräunliche Tonmergel zum unmittelbaren und plattige Süßwasserkalke zum höheren Hangenden hat. Die letzteren enthalten zerpreßte *Pisidien* und *Planorben*. Die Kohle ist bei schwarzer Farbe und pechartigem Glanz von hübschem Aussehen, besitzt jedoch nur einen mittleren Heizwert. Eine Partialanalyse ergab:

Asche	11·16 %
Sandiger Verkokungsrückstand ..	42·80 %
Heizwert nach Berthier	4370 Kal.

Seiner geringen Ausdehnung wegen ist das Vorkommen bergwirtschaftlich belanglos.

Rund 10 km weiter südlich breitet sich auf der rechten Seite des Vrbas die **Braunkohlenablagerung von Bočac** aus. Sie lehnt sich im Osten an den Abfall der Čemernica planina (Veliki vis 1339 m) an und dürfte im Westen bis an das steile

Kalkufer des Vrbas heranreichen und wahrscheinlich den Untergrund der nördlich des Burgberges von Bočac den Fluß begleitenden Ebene bilden. Die Kalklehen entlang der Straße scheinen einem Abbruch zu entsprechen, an welchem die Oligomiozänscholle abgesunken ist. Die ganze Ablagerung ist bei 3·6 km Länge höchstens 1200 m breit und nimmt eine Fläche von kaum 3 km² ein, woraus schon hervorgeht, daß sie in bergwirtschaftlicher Hinsicht von keiner erheblichen Bedeutung ist, wenn auch ihre Kohlenführung als relativ reich bezeichnet werden muß.

Die Ablagerung besteht fast nur aus Mergeln, welche das von Letten begleitete Kohlenflöz einschließen, bloß am Nordrande unterhalb der Redenica kosa, im Mracelj potok, treten Konglomerate auf, die von sandigen, graugrünen

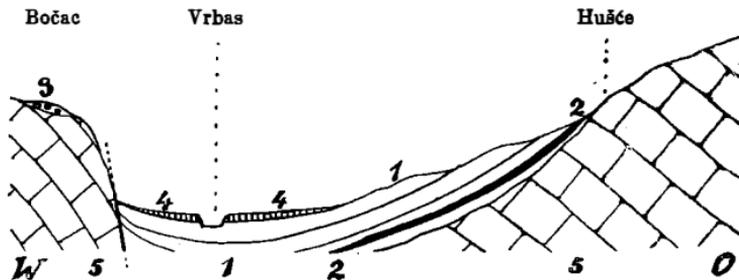


Abb. 68.. Schematisches Profil durch die Braunkohlenablagerung von Bočac.

1 = Mergelstufe. 2 = Kohlenflöz. 3 = Mürbe Konglomerate und Schotter bei Bočac. 4 = Vrbas-Quartär. 5 = Kreidekalke

Tegeln und roten Tonen durchschossen werden und wahrscheinlich die Liegendstufe der Ablagerung bilden, wenngleich sie die Mergel nicht unmittelbar unterteufen, sondern von ihnen durch Verwerfungen getrennt sind. Am ganzen Ostende der Ablagerung stößt die Mergelstufe am Kreidegebirge ab und zeigt hier auch Schleppungen, indem die Schichten steil aufgerichtet sind, während sie sich gegen den westlichen Schollenrand zu flacher legen. Im großen ganzen ist die Lagerung einseitig nach Westen geneigt (Abb. 68), jedoch ist die Ablagerung durch Verwerfungen in mehrere Schollen zerlegt, die verschiedentlich gegeneinander verschoben sind, wodurch die Abbaufähigkeit des Flözes beeinträchtigt wird.

Die Kohlenausbisse, die in den letzten Jahren teilweise beschürft werden, befinden sich durchwegs nahe des Ostrand

der Ablagerung und bilden einen von Mracelj im Norden über Okušnica und Hušće bis Maligovo im Süden verfolgaren Zug. An der Ostperipherie von Okušnica, im Provalije-Riede, ist im Einschnitte des von Kamen herabkommenden Baches das Flöz mit seinen Hangendschichten gut entblößt. In der Nähe der Gjurgjeviémühle steht es nahe des Grundgebirges mit etwa 1·8 m Mächtigkeit über dem Bachniveau an und unter dem Bachniveau soll es bei einer Grabung noch mächtiger befunden worden sein, so daß seine Gesamtmächtigkeit über 4 m betragen dürfte. Es wird von einer 1 m starken Schicht grauen Lettens bedeckt, worüber dann in beträchtlicher Mächtigkeit teils weiche gelbe, teils härtere braune bituminöse plattige Mergel folgen, die mehrere Kohlenschmitzchen einschließen und lagenweise eine Fülle von zerpreßten Fossilien enthalten, hauptsächlich *Pisidien*, *Limnaeen*, *Melanopsiden*, *Planorben* sowie *Carpolithen* und *Charasamen*. Die offene Partie des unter 40° nach 20 Stunden einfallenden Flözes, welches an einer Stelle teilweise ausgebrannt ist und von Erdbrandprodukten begleitet wird, führt eine schöne, etwas lignitische Glanzkohle von samt-schwarzer Farbe und schwarz-braunem Strich, die kalte Kalilauge rasch braun färbt, gasreich und schwefelarm ist. Eine Immediatanalyse führte zu folgendem Ergebnis:

Hygroskopisches Wasser	12·26 %
Asche	10·40 %
Fixer Kohlenstoff	33·10 %
Flüchtige organische Substanz ..	44·24 %
Heizwert nach Berthier	4820 Kal.

Einige Hundert Schritte weiter südlich wurde auf einem Acker im Riede Bare eine Rösche gezogen, die das Flöz mit etwas geringerer Mächtigkeit (3 m), aber sonst in identischer Beschaffenheit wie in Provalije erschloß. Am Südrande von Okušnica bei den Bajagiloviéhäusern wurde das Flöz mittels eines pingenartigen Einbaues, der zum Teil bereits wieder verbrochen ist, beschürft. Das Liegende der Kohle, welche an dieser Stelle angeblich 4·5 m mächtig ist, soll aus grün-grauen sandigen Tegeln bestehen. In dem zur Zeit mit ungefähr 3 m Mächtigkeit bloßliegenden Flözteil ist die Hangendhälfte stark vertaubt; die untere Partie führt zwei durch ein 35 cm mächtiges dunkles Mergelmittel getrennte, je etwa 40 cm starke Bänke reiner Kohle von der gleichen Beschaffen-

heit wie in Provalije. Im Hangenden des Flözes, welches mit geringer Neigung nach Westen einfällt, treten blaugraue und braune bituminöse Mergel auf, die eine Anzahl Kohlenschmitzen einschließen und lagenweise voll *Planorben* sind.

Ein weiterer Flözausbiß befindet sich im Bacheinschnitte unterhalb der Džamia von Hušće. Die schieferige halblignitische Kohle ist von zahlreichen tauben Schmitzen durchwachsen, welche ihr leichtes Aufblättern bedingen. Das Einfallen der Schichten ist hier steil nach Südwesten gerichtet.

Endlich wurde in der südlichen Randpartie der Ablagerung auf der rechten Seite des Medja potok in Maligovo auf einem Felde, wo beim Ackern Kohlenbrocken zum Vorschein gekommen waren, ein kleiner schachtförmiger Einbau unternommen, welcher angeblich gleich unter der Erdkrume eine Kohlenbank von etwa 20 cm Mächtigkeit antraf, darunter aber bis zu einer Tiefe von 2·5 m nur lehmig zersetzten gelben Mergel. Die örtlichen Verhältnisse gestatten kein Urteil darüber, ob es sich hier etwa um einen unbedeutenden Erosionsrest des Okušnicaflözes oder um eine Hangendbank desselben handelt. Die ausgeförderte Kohle ist von der gleichen Beschaffenheit wie die Okušnicakohle.

Ungeachtet der Zerstückelung des Flözes durch Störungen gehört die Braunkohlenablagerung von Bočac doch zu jenen des Vrbasgebietes, in welchen die Kohlenführung verhältnismäßig konzentriert ist. Ihr nördlicher Teil bietet einige geeignete Angriffspunkte für einen Versuchsbau, der auch vor dem Ausbruche des großen Krieges eingeleitet worden war, jedoch eingestellt wurde, bevor er nennenswerte Ergebnisse erzielen konnte. Neuestens wurde er wieder eröffnet.

7 km südlich von Bočac nimmt der Vrbas von der linken Seite die Crna rijeka (Schwarzer Fluß) auf, welche eine in südnördlicher Richtung langgestreckte Oligomiozänablagerung ziemlich in ihrer Mitte, wo sie zwischen Varcar Vakuf und Liskovica gornja die größte Breite besitzt, quer durchströmt. Im Süden reichen die jungtertiären Binnenlandbildungen bis an die Plivaseen bei Jajce heran, im Norden bis westlich von Bočac, so daß ihre Längsausdehnung fast 20 km beträgt. Die Breite der Ablagerung, die wir als **Braunkohlenablagerung von Varcar Vakuf-Šehovci** bezeichnen, ist sehr wechselnd zwischen 7 km in der Mitte, durchschnittlich 2 km im Norden und stellenweise weniger als 1 km im Süden. Dadurch ist hauptsächlich die unregelmäßige, verschiedentlich ausgelappte,

im allgemeinen zum heutigen Vrbaslaufe parallele Gestalt bedingt, die das Bild eines östlich von Varcar Vakuf gelegenen Beckens darbietet, in welches von Südosten ein breiter Graben einmündete und welches nach Nordwesten einen Abfluß hatte. Daß ein mächtiger, geschiebereicher Wasserstrom hier gegen Ende der Oligozänzeit über das Gebirge hinwegfloß, der wahrscheinlich eine Verbindung des Beckens von Jajce nach Norden bewerkstelligte und gewissermaßen ein tertiärer Vorläufer des heutigen Vrbas war, ist nicht zweifelhaft; nur ist die jetzige Gestalt der Ablagerung nicht identisch mit dem ehemaligen Flußbette, sondern sie ist durch tektonische Linien vorgezeichnet, an welchen die Einsenkung der ursprünglich weiter ausgedehnten jungtertiären Bildungen in das Grundgebirge stattfand. Wie in ganz Westbosnien betätigt sich auch hier eine Durchkreuzung eines fast ost-westlichen mit einem südost-nordwestlichen bis meridionalen Bruchsystem. Letzteres ist in der Längserstreckung der Ablagerung, ersteres in ihrem mittleren Abschnitte, hauptsächlich östlich von Varcar Vakuf ausgeprägt. Durch die Brüche wurde die Ablagerung in Schollen zerlegt, deren meist einseitige, ungleichartige Einsenkung sie in verschiedenem Grade vor der Abtragung bewahrte, während von den über die Einsenkungen hinaus auf das Grundgebirge übergreifenden Ablagerungsteilen nur spärliche Reste in Gestalt kleiner isolierter Schollen übrig geblieben sind. Von diesen abgesehen, beträgt die Flächenausdehnung der Braunkohlenablagerung von Varcar Vakuf-Šehovei annähernd 60 *km*².

Zum beiweitem größten Teile wird die Ablagerung von Konglomeraten und von durch ihren Zerfall entstandenen tonigen Schottern eingenommen und nur in untergeordneter Verbreitung beteiligen sich an ihrem Aufbau auch Mergel, Tegel und sinterige Süßwasserkalke. Da nur diese räumlich beschränkte Stufe produktiv ist, so ist auch die Kohlenführung der Ablagerung trotz deren relativ großen Umfanges nur bescheiden.

Die Konglomerate lagern überall unmittelbar auf dem Grundgebirge, welches einen abwechslungsreichen Aufbau besitzt. In Varcar Vakuf und in der näheren Umgebung der Stadt sowie entlang der südwestlichen Begrenzung des Jungtertiärs besteht es aus verschiedenen Gesteinen der Trias: Werfener Schichten, Zellenkalken, dichten Kalken und Dolomit (Abb. 69); in der nördlichen und östlichen Umrän-

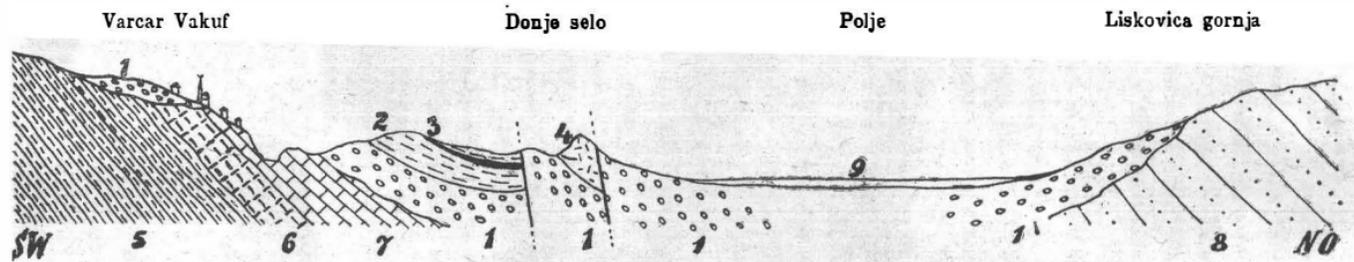


Abb. 69. Profil durch die Braunkohlenablagerung von Varcar Vakuf-Šehovci.

1—4 Binnenlandoligomiozän u. zw.: 1 = Konglomeratstufe. 2 = Mergelstufe. 3 = Kohlenflöz. 4 = Sinteriger Stüßwasseralk. 5 = Werfener Schichten. 6 = Zellenkalk. 7 = Obertriaskalk. 8 = Kreidekalk. 9 = Quartär.

dung der Ablagerung jedoch zumeist aus Kalken, untergeordnet auch aus Mergeln, der Unter- und Oberkreide. Unabhängig von der petrographischen Beschaffenheit der Unterlage sind die Konglomerate jedoch überall Kalkkonglomerate, die nur ausnahmsweise nebst Kalkgeröllen auch Brocken anderer Gesteine führen. Grobkörnige Abarten sind selten; meist bleiben die Gerölle unter Faustgröße, jedoch kommt es andererseits auch selten zu Übergängen in Sandsteine. Das gewöhnlich reichliche Bindemittel ist entweder tonig-mergelig, oder es besteht aus Kalksinter, in welchem Falle die Konglomerate grobbankig bis fast massiv zu sein pflegen und einen guten Werkstein abgeben, der z. B. bei Varcar Vakuf in Steinbrüchen gewonnen wird. Der westliche Teil der Stadt steht auf diesen Konglomeraten, die eine isolierte Scholle bilden, über welche sich die Straße nach Ključ hinaufwindet und die auch noch etwas über den die Stadt durchziehenden Žerin potok hinüberreicht. Diese Scholle liegt auf Werfener Schichten, nur auf der Ostseite auf Zellenkalk und dichtem Triaskalk, welcher den Untergrund des östlichsten Teiles der Stadt bildet. Die zusammenhängende Konglomeraterstreckung beginnt erst 1 km östlich der Stadt auf dem Nordabfalle des Oruglo brdo (882 m), eines kegelförmigen Triaskalkberges, welcher wie ein Vorposten der Lisina planina (1467 m) die Landschaft überragt. Die teils festen und zähen, teils in Schotter zermürbten Konglomerate ziehen von hier ostwärts bis zur Rastikhöhe bei Liskovica gornja und bis zum Kirchenhügel von Liskovica donja sowie in schmalem Zuge südostwärts über Borci gegen die Plivasenke; ferner nördlich des Crna rijeka-Tales zur Gustovarakirche, die bereits auf Kalk steht, über welchen einige Erosionsreste der Konglomerate ausgestreut sind, und weiter nordwärts in vielfach ausgelappter Umgrenzung über Šehovci donji und gornji bis in den Ortsbereich von Bočac jenseits des Sladovički brijeg (868 m), wo sich die zusammenhängende Erstreckung in Schotterinseln auflöst, deren eine gleich westlich des landesärarischen Unterkunftshauses von Bočac die Plateauhöhe einnimmt. Nordöstlich bei Varcar Vakuf in den Steillehnen von Kotor und Gornje Polje bilden die Konglomerate Pilzsteine und merkwürdig schlankgeformte Erosionspfeiler. Da die Konglomerate wohl hauptsächlich durch die gewaltigen Abebnungsvorgänge der jüngeren Diluvialzeit zerrüttet wurden und der aus ihnen stammende

Schutt vom Ursprungsorte mehr oder weniger weit weg verschwemmt worden sein kann, ist zweifellos ein Teil der losen Schottermassen zwar umgelagertes Tertiär, aber eigentlich diluvial. Nur besteht zurzeit keine Möglichkeit einer sicheren Trennung des schotterigen Tertiäreluviums von den diluvialen Hochschottern.

Gegenüber den Konglomeraten und Schottern ist die Verbreitung der Mergel und Süßwasserkalke gering. Die letzteren sind von sinteriger Beschaffenheit, von weißlicher oder gelber Farbe, stellenweise durch Eisenhydroxyd und Bitumen dunkel gebändert, porös und in erdfeuchtem Zustande leicht zu bearbeiten, weshalb sie vorzugsweise zur Anfertigung von Grabkreuzen und ähnlichen Steinmetzarbeiten verwendet werden. Sie bilden bei Donje selo einen das Crna rijeka Tal zwischen den östlichen Häusern von Kotor und Kopljevići übersetzenden felsigen Grat (vgl. Abb. 69) und einen zweiten weiter nördlich oberhalb der Mühlen von Gustovara. Beide Grate, in welchen Nischen und Höhlen ausgewaschen sind, streichen ziemlich südnördlich und scheinen einem Riegel zu entsprechen, welcher einstmals das Becken von Varcar Vakuf-Liskovica gornja überquerte. Trotz Störungen, welche die Lagerung verwirren, läßt der Verband der Sinterkalke mit den Konglomeraten keinen Zweifel darüber, daß sie jünger als diese sind.

Nicht so eindeutig ist die relative Altersbestimmung der kohlenführenden Mergel, da sie stellenweise, ähnlich wie in der Ablagerung von Krupa-Rekavica, die Konglomerate zu unterteufen scheinen, was jedoch die Folge staffelförmiger Ableitungen zu sein scheint. Andererseits bestehen allmähliche Übergänge von der Konglomerat- in die Mergelstufe, indem schwache, kleinkörnige Konglomeratbänke von nach aufwärts an Häufigkeit zunehmenden Mergelschichten durchsetzt werden. Das ist z. B. nördlich bei Varcar Vakuf der Fall, wo in diesen Schichten auf dem katholischen Friedhofe sogar ein Kohlenschmitzchen entblößt wurde; ferner am Aufstiege zum Rojiće brijeg (693 m) bei Gustovara, bei Donji Šehovei, bei Liskovica donja, bei Magaljdo, Borei und Brizik. Hingegen liegen auf den Mergeln stellenweise zwar verschwemmte Gerölle, jedoch nirgends feste Konglomeratbänke. Die demnach wohl mit Recht als Hangendstufe der Konglomerate zu deutenden Mergel stehen, abgesehen von den genannten Orten, wo sie lediglich als unbedeutende Decken-

überreste erhalten sind, in mächtigerer Entwicklung nur in drei Entblößungen im Norden des Crna rijeka-Tales an: östlich von Varcar Vakuf, wo sie von Donje selo über Kotor zum Rojiće brijeg hinaufziehen; in Šehoveci donji, namentlich östlich von Kovčeri, und in Šehoveci gornji, wo sie die von der Haupthäusergruppe zum Šehovački potok⁶⁷⁾ herabziehende Senke einnehmen. Bei Šehoveci donji sind keine Kohlenausbisse bekannt. Bei Kotor tritt Kohle in dem verrutschten Terrain, eine kurze Strecke nördlich der Straße und ungefähr 800 m westlich von der Džamia von Novo selo im Riede Podorašje auf, wie aus dem, in den dortigen lehmig zersetzten Mergeln eingeknetet vorkommenden Brocken einer unreinen plattigen Kohle geschlossen werden kann. Über den Schichtenverband und die Mächtigkeit der

Šehovački potok

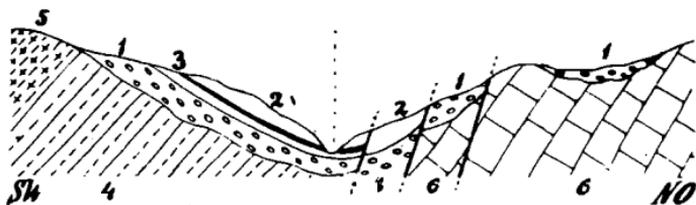


Abb. 70. Profil durch das flözführende Oligomiozän bei Šehoveci gornji.

1 = Konglomeratstufe. 2 = Mergelstufe. 3 = Kohlenflöz.
4 = Triaskalk. 5 = Dolomit. 6 = Kreidekalk.

Kohle könnte gegenwärtig nur mittels entsprechender Einbaue Klarheit erlangt werden, jedoch soll vor Jahren eine frische Entblößung gezeigt haben, daß es sich nur um einen Schmitz handelt.

Am besten aufgeschlossen ist die Kohlenführung in Šehoveci gornji im Tale des Šehovački potok unterhalb der Jarićhäuser (Abb. 70). Nächst der Quelle (Jariće točak) stehen dort dünn-schichtige gelbgraue, gepreßte, auf Lassen von dunkelbraunen manganhaltigen Anflügen durchzogene, uneben bis muschelig brechende, teils milde, teils härtere Mergel an, die lagenweise eine Fülle von *Cyprisschalen* enthalten. Ihr Liegendes ist im Bacheinrisse nicht entblößt, scheint aber Konglomerat zu sein. Nach aufwärts gehen die *Cyprismerge* in hellgraue bis grünlichgraue, etwas sandige

⁶⁷⁾ Dieses ist die ortsübliche Benennung des Baches. Dragovac, wie er in den Karten bezeichnet wird, heißt nur die Quelle auf seinem rechten Ufer unterhalb des Dorfes.

und glimmerige Tegel über, die viel Schneckenhalengereibsel enthalten, aber bis jetzt keine bestimmbar Gehäuse geliefert haben. Stellenweise kommen *Charasporangien* in größerer Menge vor. Darüber liegen lettig zersetzte Mergel, die das Kohlenflöz einschließen, worauf abermals graue Charamergel folgen, welche das offene Profil abschließen. Alle Schichten verfläichen gleichmäßig unter 18° nach Osten. Das Kohlenflöz ist annähernd 1·5 m mächtig und sehr unrein. Es führt eine schieferige, auf dem Querbruche schwarze und glänzende, auf den Spaltflächen matte Kohle, welche von zahlreichen schwarzbraunen tauben Mitteln durchwachsen ist, die viel zerpreßte kleine *Pisidien*, spärliche *Planorben* und mittelgroße *Limnaeen* mit kräftigen Zuwachsstreifen (ähnlich wie *Limn. socialis* Schübl) sowie ebenfalls *Charafrüchte* enthalten. Weiter talwärts, am Fuße der Lehne Jariće brijeg, kommt das Flöz in analogem Schichtenverbände noch mehrmals zutage, in scheinbar stark veränderlicher Lagerung, was jedoch durch örtliche Schollenabgleitungen bewirkt ist. Die Flözbeschaffenheit ist indessen tatsächlich wechselnd, indem das Flöz an einer Stelle fast ganz vertaubt ist und nur aus Kohlenschiefer besteht, an einer anderen Stelle verhältnismäßig rein, dafür jedoch lignitisch ist. Die Partialanalyse einer dem Augenscheine nach besseren Kohlenprobe vom Jariće točak ergab:

Hygroskopisches Wasser.....	18·30 %
Asche	29·58 %
Heizwert nach Berthier	3080 Kal.

Wenn auch die Kohle vom Ausbiß hinter der Durchschnittsqualität des Flözes zurückstehen mag, so dürfte nach diesem Befunde zu urteilen, die Kohle von Varcar Vakuf-Šehovei wohl überhaupt nur von so mäßigem Werte sein, daß mit Rücksicht auf den verhältnismäßig geringen Umfang der produktiven Schichtenstufe und auf die voraussichtlichen Schwierigkeiten eines eventuellen Kohlenabbaues die ganze Ablagerung zurzeit ohne bergwirtschaftlichen Belang ist.

In südlicher Richtung erstrecken sich die Binnenland-tertiärbildungen von Borci entlang des Triasdolomitkammes, welcher die Gipfelregion der nördlichen Steillehne des Plivaseebckens einnimmt und durch die Hochpunkte Ravno brdo (902 m), Galino brdo (877 m) und Lice (862 m) gekennzeichnet ist, gegen Mile donje, wo eine isolierte, bis zu den Plivaseen

hinabreichende Binnenlandtertiärscholle durch tiefe Ein-senkung in das Triasgrundgebirge⁸⁸⁾ von der Abtragung verschont geblieben ist. Diese Scholle kann insofern als **Braunkohlenablagerung von Mile donje** bezeichnet werden, als sie in ihrer Hangendstufe Schmitze einer moorigen Kohle einschließt, die allerdings ohne praktischen Wert sind.

Diese nicht ganz 2 km^2 große Scholle besteht aus Konglomeraten und Süßwassermergeln.⁸⁹⁾ Die Konglomerate, welche im nördlichen und westlichen Teile der Ablagerung in teilweise ansehnlicher Mächtigkeit anstehen, sind Kalkkonglomerate, die nur in den Hangendbänken auch Eisenkiesel (Radiolarit)-Gerölle in erheblicher Menge führen und im kalkigen Bindemittel ziemlich viel Kieselgesteinsand enthalten. In der Schlucht, welche östlich des Lice gegen Mile donje hinabführt, ist die Ableitung der massigen Konglomeratbänke am Triaskalk deutlich ersichtlich. Der nördliche Teil der Schlucht gehört dem Kalk an; die südlicheren, Pečine genannten Felspartien sind jedoch Konglomerat, welches von hier bis zum großen Plivasee anhält. Die Konglomerate, welche im allgemeinen nach Südosten einfallen, werden überlagert von grauen oder gelben Mergeln, die hauptsächlich entlang der Straße und von dieser eine Strecke aufwärts entwickelt sind. Sie enthalten stellenweise mangelhaft erhaltene Blattabdrücke sowie zerpreßte und kaum bestimmbare *Limnaea*, *Fossarula* und *Helicina*. In der Hangendpartie sind sie tonig, milde und schließen hier die erwähnte moorige Kohle ein, welche die sie begleitenden lehmig zersetzten Mergel infolge von Abrutschungen in größerer Erstreckung und Mächtigkeit schwarz färbt, als der eigentlichen kohligen Schicht in Wahrheit zukommt.

Sowohl unterhalb, als auch oberhalb der Stelle, wo das Binnenlandoligomiozän von Mile donje an die Seen herantritt, legen an der Pliva weitere kohlenführende Ablagerungen, nämlich unterhalb jene von Jajce, oberhalb die **Braunkohlenablagerung von Šipovo-Šajnovac**. Diese letztere, rund 10 km

⁸⁸⁾ Die in meinem „Geologischen Führer durch Bosnien“ (1903) auf Grund von E. v. Mojsisovics Deutung und petrographischer Analogien angenommene weite Verbreitung von Jurakalken im Gebiete von Jajce (l. c. S. 175 ff. u. Karte) hat sich nicht bestätigt, sondern der größte Teil dieser Kalke gehört teils der Trias, teils der Kreide an.

⁸⁹⁾ Vgl. Katzer: Geologischer Führer etc. l. c., S. 182 bis 184.

von Jezero flußaufwärts gelegene Ablagerung, welche Werfener Schichten sowie Kalke und Dolomite der Trias zum Grundgebirge hat, besitzt einen sehr unregelmäßigen Umriß, bewirkt dadurch, daß sie sich zwischen Šipovo und Šarići bei fast 4 km Breite beiderseits der Pliva, von Šarići b's Šajnovac stark verengt nur rechtsseits und zwischen Šajnovac und Šarampov in einer Ausweitung abermals zu beiden Seiten des Flusses ausbreitet. Bei fast 6 km Länge und zwischen 4 km und wenigen Hundert Metern wechselnder Breite hat sie ein Flächenausmaß von annähernd 12 km².

Die Ablagerung läßt sich in zwei Stufen gliedern: unten Konglomerate, darüber Mergel und plattige Süßwasserkalke. Die letzteren sind hauptsächlich nördlich der Pliva in der Ausweitung zwischen Šipovo, Bešnjevo und Vražići entwickelt, wo sie indessen auch teilweise mit milden Mergeln wechsellagern, die im übrigen in der Ablagerung, namentlich in ihrem südwestlichen Teile, am meisten verbreitet sind. Auf sie scheint die Kohlenführung beschränkt zu sein, da die wenigen bis jetzt bekannten Flözanzeichen nur in ihrem Bereiche auftreten und zwar nordöstlich nächst Brgjani, wo bei der Smrdeljquelle ein etwa 60 cm mächtiger Außbiß von zersetztem Kohlenschiefer mit Kohlenschmitzchen vorhanden ist; ferner in dem südlich von Čifluk in den Janj einmündenden Bacheinriß, wo sich im Liegenden blaugrauer Mergel Kohlen Spuren zeigen und angeblich auch in Šajnovac nördlich der Pliva in der Terrainfurcher unterhalb der mittleren Häusergruppe. Diese Ausbisse sind an sich ohne Belang, bieten aber immerhin einen Anhalt für eventuelle Schurfvorsuche, von welchen allerdings nicht viel zu erwarten ist, weil die ganze Ablagerung offenbar stark aberodiert ist und nurmehr eine geringmächtige Decke auf dem unebenen Triasuntergrunde bildet, in welcher eine erheblich anhaltende Flözführung von vornherein sehr unwahrscheinlich ist.

Bemerkenswert ist die Ablagerung jedoch durch ihren großen Reichtum an Versteinerungen, worunter sich einige eigentümliche Typen befinden. Sp. Brusina, welcher die Faunula von Šipovo bearbeitet hat,⁹⁰⁾ wo die plattigen bituminösen Süßwasserkalke und Mergel eine übergroße Fülle

⁹⁰⁾ Šipovo und seine tertiäre Faunula. Wissenschaftliche Mitteilungen aus Bosnien und der Hercegovina, XI. Band, 1909, S. 572, mit 3 Tafeln. Es ist die letzte Arbeit des kurz vor ihrer Veröffentlichung verstorbenen verdienten kroat. atischen Forschers.

allerdings nur zum Teile gut erhaltener Fossilien führen, bezeichnet als beachtenswerteste Erscheinungen darunter *Congeria Friči* Brus. und *Unio Katzeri* Brus., außer welchen er ferner anführt: *Limnaeus* sp. (verwandt mit *Limn. Jaksici* Brus.), *Planorbis* sp. (ähnlich dem *Plan. Pulici* Brus.), *Melanopsis retusa* Brus., *Melanopsis Katzeri* Brus., *Prosothenia* sp. (verwandt mit *Pros. sepulchralis* Partsch), *Melania* sp., *Orygoceras* sp., *Dreissensia* sp. Ergänzend wäre noch zu bemerken, daß bei Šariči und Brgjani flachgedrückte gekielte Congerien vorkommen, die sich nicht mit *Cong. Friči* vereinigen lassen, sondern der *Cong. Cvitanoviči* Brus. näher stehen.

Bei Šajnovac mündet von der linken Seite in die Pliva das Flübchen (Rijeka), welches den Fuß des felsigen Triaskalkkammes bespült, auf welchem die Burgruine Sokolac steht. Der Oberlauf dieses Flübchens durchströmt die **Braunkohlenablagerung von Gerzovo**. Sie nimmt das gegen 3 km lange und durchschnittlich 1 km breite Becken zwischen den Dorfteilen Gromile, Tipuša, Brdo und Podkraj ein und wird rundum von höheren Triaskalklehnen eingeschlossen.

Die Ablagerung besteht, von geringmächtigen breccienartigen Basalbildungen am nordwestlichen Rande abgesehen, ausschließlich aus Mergeln, die an der Oberfläche stellenweise in weißlichen oder grünlichen Ton, sonst zumeist in gelben sandigen Lehm zersetzt sind, welcher aus milden grauen Mergeln entsteht, die bei Podkraj im Riede Ždraljica der Mahala Oparnica ein Kohlenflöz einschließen. Die Kohle, ein lechter plattig spaltbarer Lignit, beißt in der Sohle eines Wasserrisses aus, dessen Lehnen verrutscht sind. Das Flöz fällt ziemlich mit dem Gefälle des Wasserrisses übereinstimmend unter geringem Winkel nach Nordosten ein, weshalb ohne entsprechenden Einbau weder sein genauerer Schichtenverband noch seine Mächtigkeit ermittelt werden kann. Die zutage kommende Kohlenbank, unter welcher übrigens kaum noch weitere vorhanden sein dürften, ist nur etwa 60 cm stark. Einen nennenswerten bergwirtschaftlichen Wert besitzt das Vorkommen demnach nicht.

Unterhalb der beiden Seen gelangt die Pliva zur **Braunkohlenablagerung von Jajce**, die sie vor ihrer, durch den berühmten Wasserfall bewirkten Einmündung in den Vrbas entlang des Südrandes auf einer kurzen Strecke begleitet. Die Ablagerung breitet sich nördlich und östlich von Jajce

beiderseits des Vrbas aus, liegt jedoch zum größten Teile östlich (rechtsseits) des tief eingefurchten engen Flußtales (vgl. Abb. 71). Sie reicht hier in der Luftlinie 6 km weit bis zu den Kreidekalklehnen der Vorstaffeln der Ranča und der Gola planina (Kik 1438 m), während sie links vom Vrbas höchstens 3 km breit ist. Von ihrem Flächenausmaß, welches rund 63 km² beträgt, entfällt auf die Erstreckung links des Vrbas nur beiläufig ein Fünftel (gegen 13 km²).

Die Ablagerung gliedert sich in drei Stufen⁹¹⁾: unten Konglomerate, darüber Mergel und zuoberst sinterige Süßwasserkalke. Produktiv ist nur die mittlere Mergelstufe, deren Kohlenführung jedoch auch nicht bedeutend ist.

Die Konglomeratstufe ist am mächtigsten und am Tage verhältnismäßig am meisten verbreitet, jedoch nur auf der Südseite der Ablagerung und entlang der tiefen Vrbarinne, was am klarsten zeigt, daß die Ausfüllung des Beckens mit der Einschwemmung von grobem Gerölle von Süden her begann. Die Konglomerate stehen entlang des Vrbas von Jajce bis Podmilačje in prallen Felslehnen an, herrschen im ansteigenden Gelände westlich des Flusses in einem fast 1 km breiten Zuge sowie längs der Pliva vom Konak und Bahnhof in Jajce bis Volujak und weiter nördlich am Westrande der Ablagerung um Vrbica; sie ziehen östlich des Flusses von Kozluk entlang der Hum planina (1162 m) über Šibenica bis Bučići (nebenbei bemerkt: einem der reizendsten Dörfer Bosniens) und nordwärts über Lučina bei Magarovci bis jenseits Podmilačje. Eine isolierte Konglomeratscholle befindet sich an der Bahn unterhalb Pijavice südlich von Jajce. Am Nordrande der Ablagerung tauchen die Konglomerate sowohl auf der linken Seite des Vrbas ober Mahala Slivka als auch auf der rechten Seite bei Podmilačje unter die Mergelstufe unter (Abb. 71), die weiter nördlich und östlich unmittelbar auf das Grundgebirge übergreift. Die Konglomerate sind durchwegs Kalkkonglomerate mit nur spärlichen sonstigen Geröllebeimengungen, hauptsächlich von Kieselgesteinen, und mit kalkigem Bindemittel, von dessen entweder mehr sandigtoniger oder mehr sinteriger Beschaffenheit die Festigkeit der Konglomerate hauptsächlich abhängt. Im ersteren Falle sind sie zuweilen mürbe und zerfallen leicht

⁹¹⁾ Vgl. Katzer: Geologischer Führer durch Bosnien, 1903, S. 178 ff., wo auch die ältere Literatur verzeichnet ist.

in Schotter, im letzteren Falle pflegen sie sehr zähe, fest und widerstandsfähig zu sein. Die Gerölle sind nur ausnahmsweise mehr als kopfgroß, meist ziemlich gleichmäßig faust- bis nußgroß, selten kleiner, weshalb auch allmähliche Übergänge in Sandsteine nur spärlich vorkommen. Gewöhnlich schalten sich in der Hangendpartie der Konglomeratstufe gewissermaßen durch Überhandnehmen des Bindemittels zwischen die Konglomeratbänke sandig-mergelige Schichten ein, die nach aufwärts häufiger werdend, den Übergang in die Mergelstufe vermitteln. Die Konglomerate enthalten äußerst selten Versteinerungen; bis jetzt wurden darin nur *Helix*- und *Melanopsis*steinkerne gefunden.

Die ebenfalls in beträchtlicher Ausdehnung am Tage offen liegende Mergelstufe ist in ihrer petrographischen Entwicklung abwechslungsreich, da sie nicht nur Mergel verschiedener Art, sondern auch Tegel und die Kohle begleitende tonige Schichten umfaßt. Die Mergel sind teils grobschichtig, uneben spaltbar, wie z. B. bei Carevopolje oder in der zum Vrbas abgesunkenen Scholle, welche in Jajce am oberen Wege nach Kozluk und im Stadtpark schräg gegenüber dem landes-
 ärarischen Hotel aufgeschlossen ist; teils, wie namentlich im östlichen Verbreitungsgebiete, dünnplattig, eben spaltbar, mehr kalkig und hart, oder mehr tonig und milde, beide von wechselnder Färbung, frisch meist blaugrau, oder bei hohem Bitumengehalt braun, verwittert gelb bis weiß. Analoge Verwitterungsverfärbungen weisen auch die mehr oder weniger sandigen Tegel und Kalktone auf, die ebenfalls vorzugsweise im Ablagerungsteile östlich des Vrbas verbreitet sind und hier den tief lehmigen Boden erzeugen, in dessen Bereiche die Wege bei Regenwetter fast unpässierbar werden. Hier kann man auch die Wirkungen einer Erosionsschutzdecke an den streckenweise vorhandenen türkischen Pflasterwegen (Kaldrmas) gut beobachten, die ursprünglich sichtlich im eingetieften Terrain geführt, jetzt oft zeugenartig 2 bis 3 m über die Umgebung aufragen. Westlich des Vrbas ist die Mergelstufe hauptsächlich um Carevopolje bis zum Grundgebirge bei Mahala Slivka und Dobrieg; östlich vom Flusse schollenweise auf der Konglomeratunterlage entlang des Humrückens, besonders bei Buliúi, sowie in zusammenhängender Erstreckung von Kariúi und Magarovci bis Lendiúi, Smionica und Podmilačje verbreitet, von welchem Dorfe selbst ein Teil auf einer isolierten Mergelscholle liegt.

Die Mergelstufe wird links des Vrbas inmitten der Stadt Jajce, bei Volujak und in größerem Umfange in der sich zwischen Mahala und Dobrieg zur Gola planina hinaufziehenden Ausbuchtung; rechts des Vrbas in der bis 150 m hoch über die Umgebung aufragenden tafelfergartigen Lupoglava bei Lupnica gornja und Divičani von sinterigen Süßwasserkalken bedeckt. Diese Hangendstufe bildet in beiden Abschnitten der Braunkohlenablagerung von Jajce imposante Felslehnen und Steilabstürze: westlich des Vrbas den steilen Kastelhügel in Jajce und die Čavčanicawände bei Dobrieg; östlich des Flusses die Luplja stiena und die Butilefelsen (Abb. 71). Die Süßwasserkalke sind im wesentlichen Algenkalke, teils überwiegend aus inkrustiertem Charadetritus bestehend, teils so reichlich von Fadenalgen durchzogen, daß sie aus lauter Röhren zu bestehen scheinen. Manche Abarten sind körnig und porös, andere erdig, dicht. Das Gestein ist gewöhnlich gut gebankt und zeigt oft eine durch abwechselnd mehr oder weniger bituminöse oder eisenschüssige Bänder bewirkte innere Schichtung. Es läßt sich stellenweise in großen Monolithen gewinnen und ist bruchfeucht leicht zu bearbeiten, weshalb es als Steinmetz- und Baumaterial geschätzt wird. Im Kastellberge von Jajce, welcher einer abgesunkenen Scholle angehört, sind die sogenannten Katakomben, wahrscheinlich ein unterirdisches Gotteshaus, darin ausgehöhelt. Fossilien, hauptsächlich *Planorben*, *Bythinien*, *Limnaeen* und Pflanzenfetzen, kommen in den Sinterkalen gelegentlich zwar in ziemlicher Menge vor, jedoch zumeist in zur näheren Bestimmung ungeeigneter Erhaltung.

Von diesen drei Stufen des Binnenlandtertiärs von Jajce, ist, wie erwähnt, nur die mittlere Mergelstufe produktiv. Kohlenausbisse sind sowohl westlich als auch östlich des Vrbas bekannt, jedoch scheint die Flözentwicklung nicht durchwegs in dem gleichen Horizonte erfolgt zu sein, was wieder darauf schließen läßt, daß die Kohlenführung nicht durchgreifend anhaltend, sondern unterbrochen, nicht gleichzeitig und in nicht zusammenhängenden seichten Beckenabschnitten entstanden ist (Abb. 71).

Auf der Westseite des Vrbas sind Kohlenausbisse östlich bei Carevopolje und im Stadtbereiche von Jajce bei der serbischen Kirche vorhanden. Heute fast gänzlich verrottet und verwachsen, waren sie ehemals, als sie beschürft wurden,

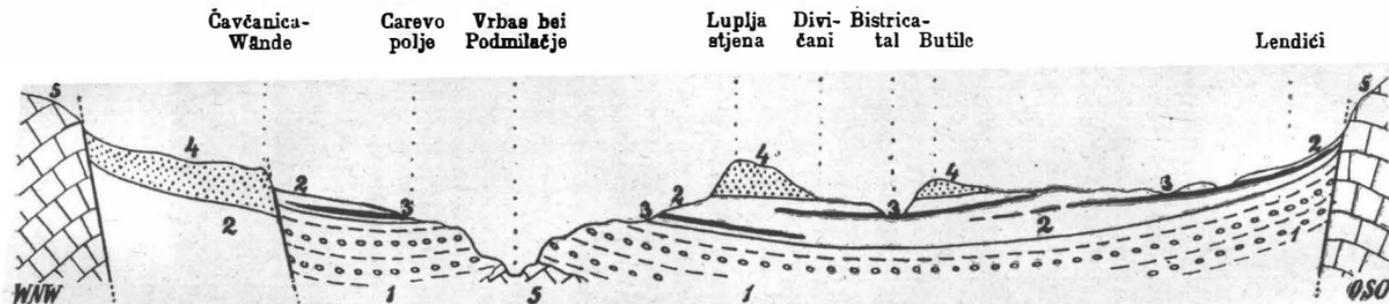


Abb. 71. Profil durch die Braunkohlenablagerung von Jajce.

1, 2, 3 und 4 Binnenlandoligomiozän u. zw.: 1 = Konglomeratstufe. 2 = Mergelstufe. 3 = Kohlenflöze. 4 = Sinterkalk.
5 = Grundgebirge, Kreidekalk. (Das knapp südlich von Podmilačje geführte Profil ist annähernd zweimal überhöht.)

recht gut entblößt. Bei der serbischen Kirche wird das flach nach Süden einfallende, gegen 2 m mächtige, aber ziemlich stark vertaubte Flöz von bituminösen, *Planorben* führenden Mergelschiefeln unterteuft und von milden, tonig zersetzten Mergeln sowie weiter aufwärts von bankigen Algensinterkalken mit stellenweise ziemlich viel *Melanopsis*steinkernen überlagert. Hingegen scheinen die infolge einer Störung gegeneinander einfallenden beiden Ausbisse östlich von Carevopolje, wo das Flöz nur beiläufig 1 m mächtig ist, in einem tieferen Niveau der Mergelstufe und ein Kohlenschmitz, welcher bei einer Brunnengrabung an der Straße nach Banja Luka angefahren wurde, im unmittelbaren Hangenden der Konglomerate zu liegen. Die Kohle aller dieser Ausbisse ist von schwarzer Farbe und am Querbruche von lebhaftem Glanz, teils dicht, von flachmuscheligen Bruch, teils von lignitischer Textur. Eine Partialanalyse der Kohle von der serbischen Kirche ergab:

Hygroskopisches Wasser	11·60 %
Asche	14·10 %
Sandiger Entgasungsrückstand ..	49·58 %
Heizwert nach Berthier	4376 Kal.

Ein seinerzeit in der Nähe der serbischen Kirche eingeleiteter Schurfversuch wurde als aussichtslos bald eingestellt.

In dem Ablagerungsteile östlich des Vrbas befinden sich Flözausbisse im Bisticatale im Buk-Riede unter der Butilehne und in dem von Begluk herabkommenden Bächlein östlich von Divičani; ferner an mehreren Stellen bei Podmilačje und Lendići. Die ersteren scheinen einem höheren Horizonte anzugehören als die letzteren, insbesondere jene bei Podmilačje, die von lettig zersetzten Mergeln und sandigen Tegeln begleitet, unmittelbar über dem Basalkonglomerat liegen. Sie sind geringmächtig und praktisch bedeutungslos. Im Bisticatale ist das von Mergeln eingeschlossene, weiter aufwärts von den Algensinterkalken des Lupoglav und der Butilehne überlagerte lignitische Flöz zwar beiläufig 1 m mächtig, aber es wurde bei einer Beschürfung ebenfalls unbauwürdig erachtet. Am mächtigsten und anhaltendsten sind die Ausbisse bei Lendići und im Visokovac, wie die Nordseite der Erosionsmulde zwischen Lendići und Podlipci genannt wird. In dem sich von Lendići herabsenkenden Gelände ist durch den kleinen Šuputovibach ein guter Aufschluß geschaffen.

Die tiefsten dort entblößten Schichten sind bituminöse Mergel, durchschossen von schwachen Kohlenbänken und Kohlenschmitzen. Darüber folgt eine 80 cm starke Bank gelbgrauer Mergel, welche das Liegende eines 1·2 m mächtigen, in der Liegendpartie einige Kohlschieferbänder einschließenden Kohlenflözes bilden. Über dem Flöze liegen bläuliche und weiße, wohlgeschichtete, zum Teil auch dünnplattig spaltbare Mergel, deren offene Mächtigkeit mindestens 20 m beträgt. Sie sind durch eine große Fülle von kleinen *Pisidien* mit starken Zuwachsstreifen ausgezeichnet, welche manche Schichtenflächen vollkommen bedecken und neben welchen fast nur noch vereinzelte Pflanzenreste (*Poacites*, *Glyptostrobus*) vorkommen. Die ganze Schichtenreihe fällt unter 12° nach Norden ein.

Der unmittelbaren Fortsetzung dieses Flözes scheinen die ausgebrannten Letten anzugehören, welche sich einige Hundert Meter weiter westlich in der Lehne oberhalb des von Lendići nach Podlipci führenden Gehängeweges hinziehen. Erdbrandprodukte finden sich auch am Muldenboden, ohne daß sicher entschieden werden könnte, ob sie nur verschwemmt sind oder von Ausbissen stammen. Letzteres wäre insofern nicht unmöglich, als die von Kohlenschmitzen durchsetzten bituminösen Liegendmergel des Šuputoviflözes vielleicht den Übergang zu einem Liegendflöz oder zu Liegendschmitzen, die jenen von Podmilačje ungefähr entsprechen würden, vermitteln könnten. (Vgl. Abb. 71).

Das Flöz im Šuputovieinschnitte führt eine gasreiche Plattelkohle von fast schwarzer Farbe und braunem Strich, die nur am Querbruche lebhafteren Glanz besitzt und von Schieferkohle durchsetzt wird, die öfters zerpreßte *Planorben* einschließt. Die Kohle, welche kalte Kalilauge rasch tiefbraun färbt, brennt mit langer leuchtender Flamme und hinterläßt viel Asche. Eine Immediatanalyse ergab:

Wasser	17·75 %
Asche	27·15 %
Entgasungsrückstand.....	48·71 %
Fixer Kohlenstoff	21·56 %
Flüchtige organische Substanz ..	33·54 %
Heizwert nach Berthier	4142 Kal.

Es handelt sich hier allerdings um Ausbißkohle, so daß die frische Kohle jedenfalls besser sein dürfte; dennoch ist

dem Vorkommen mit Rücksicht auf die geringe abbaufähige Flözmächtigkeit keine bergwirtschaftliche Gegenwartsbe-
deutung beizumessen.

Südöstlich von der Braunkohlenablagerung von Jajce, jenseits des Dnolukagebirgsabschnittes, liegen im nordwestlichen Vorgelände der Vlašić planina in einer Seehöhe von 900 bis etwas über 1000 m unbedeutende kohlenführende Oligomiozänschollen, die ebenfalls dem Flußgebiete des Vrbas angehören. Diese **Braunkohlenablagerungen von Vitovlje und Mudrike** sind durch Störungen in das überwiegend der oberen Kreide angehörige Grundgebirge tief eingesenkte und dadurch von der völligen Abtragung bewahrt gebliebene Reste ehemals wohl beträchtlich weiter ausgedehnter jungtertiärer Sumpfbildungen, deren petrographische Entwicklung mit jener im östlichen Teile des Beckens von Jajce übereinstimmt. Auch sie bestehen nämlich wesentlich aus wohlgeschichteten Mergeln von frisch grauer, verwittert gelber oder bräunlicher Farbe, meist etwas sandig, aber auch mild und an der Oberfläche tonig zersetzt; allein die Fauna, welche diese Schichten einschließen, unterscheidet sich recht merklich von jener von Lendići. Denn während hier *Pisidien* bis fast zur Ausschließlichkeit vorherrschen, fällt diese Rolle z. B. bei Odžak *Fossarulen* zu und während in der ganzen Ablagerung von Jajce *Congerien* selten sind, treten sie zwischen Dol und Mudrike lagenweise in großer Menge auf. Ferner kommen in den Begleitschichten der Kohle und in dieser selbst neben *Limnaeen* auch *Planorben* viel häufiger vor als bei Jajce. Alle Fossilien pflegen zerpreßt zu sein; am besten erhalten sind, abgesehen von in den Mergeln recht häufigen *Cyprisschalen*, noch die *Congerien*. Es sind scharf gekielte Formen aus der nächsten Verwandtschaft der *Cong. Cvilanovići* Brus. (Katzer) und *Cong. dalmatica* Brus., allenfalls identisch mit den von Andrusov (l. c. Tafel XI, Fig. 15—17) von Sanskimost abgebildeten Stücken, nur meist erheblich größer. Der Kiel, welcher gewöhnlich nur in die halbe Höhe reicht, wird bei besser erhaltenen Exemplaren auf der Flügel-
seite von einer schmalen Falte begleitet, wodurch nähere Beziehungen zur *Cong. triangularis* Partsch. s. str. und zur *Cong. Hörnesi* Brus. angedeutet zu sein scheinen, so daß die wohl neu zu benennende Form eine Art Verbindungsglied zwischen Andrusovs Subglobosae- und Triangularesgruppe

darstellen würde.⁹²⁾ Die meist zerdrückten *Fossarulen* dürften nach den Spiralleisten der Umgänge zu *Fossar. pullus* Brus. zu stellen sein; die *Limnaeen* gehören in die Verwandtschaft von *Limn. subovatus* Hartm.

Die oligomiozänen Binnenlandbildungen bilden zwei Züge, welche durch die Trišvakreidekalkhöhe (1132 m) voneinander getrennt sind. Die östlich dieser Höhe gelegene Ablagerung, welche sich von Dol in südöstlicher Richtung über Odžak und Mudrike (Sel.šte) bis Rakita erstreckt und ihre breiteste Stelle von fast 1·5 km bei Odžak hat, nimmt eine Fläche von rund 5 km² ein, ist aber nur im nordwestlichen Abschnitte mächtiger entwickelt. Ebenso ist der westlich der Trišva gelegene, kaum halb so ausgedehnte Zug nur im nördlichen Teile in der Ebene oberhalb des Schluckschlundes des Šarankabaches (Ponir) tiefer eingesenkt, in der südöstlichen Erstreckung, im Riede Kadina jama, aber in einige geringmächtige Erosionsreste zerstückelt. Kohlenausbisse sind in der östlichen Partie nächst Dol und bei Mudrike unweit der Mühle südlich von Žilići; in der westlichen Partie im Šarankaeinschnitte eine kurze Strecke oberhalb der Gendarmeriekaserne vorhanden. Hier ist das flach nach Osten einfallende Flöz anscheinend am mächtigsten (gegen 2 m) und auch etwas weniger vertauht wie bei Dol und Mudrike, wo es fast zur Gänze aus Kohlenschiefer besteht. Es hat zum Liegenden grüngrauen sandigen Tegel und zum unmittelbaren Hangenden milde, lettig zersetzte, zum höheren Hangenden taubengraue festere Mergel (Abb. 72). Ähnlich ist der Schichtenverband des Flözes bei Dol, nur sind die lettigen Begleitschichten der Kohle schwächer, die plattigen taubengrauen Mergel hingegen, besonders bei Odžak, mächtiger entwickelt. Das Flöz ist am Ausbiß stark verwittert, die Kohle und der Kohlenschiefer völlig aufgeblättert oder erdig zersetzt. Die Partialanalyse einer dem Aussehen nach besseren Probe schieferiger, schwarzer, matt glänzender Ausbißkohle aus der Liegendbank von Ponir ergab:

Hygroskopisches Wasser	.....	19·44 %
Asche	.....	27·08 %

Hiernach zu urteilen, kann die Qualität auch der nicht angewitterten Kohle nur sehr mäßig sein, wie überhaupt

⁹²⁾ Hierauf sowie auf andere Fragen der Entwicklung und Systematik soll in einer geplanten Bearbeitung der Congerien Bosniens und der Hercegovina näher eingegangen werden.

das ganze Vorkommen, obwohl zurzeit eine Waldbahn bis in seine Nähe führt, bergwirtschaftlich bedeutungslos ist.

Von Jajce aufwärts bis Donji Vakuf durchbricht der Vrbas in einem romantischen Engtale hauptsächlich paläozoische und Triasgesteine sowie mit letzteren verknüpfte Melaphyrmassen. Gleich oberhalb Donji Vakuf beginnt sich das Tal in das breite Becken von Bugojno auszuweiten, welches von jungtertiären kohlenführenden Binnenlandbildungen eingenommen wird, die den Untergrund der

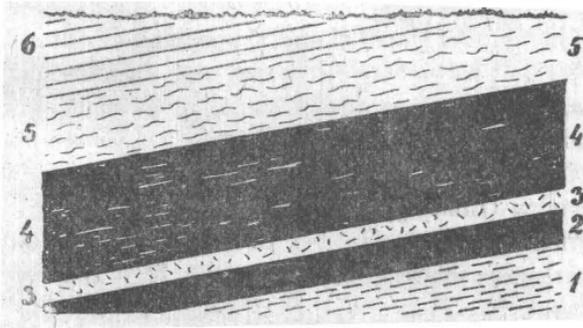


Abb. 72. Profil des Kohlenflözes in der rechten Uferlehne des Sarankagrabens bei Ponir (Vitovlje). 1 = Tegel. 2 = Ziemlich reine Kohlenbank, 40 cm mächtig. 3 = Milder grüngrauer Tonmergel. 4 = Kohlenschiefer durchzogen von Kohlenschmitzen. Mächtigkeit 1·4 m. 5 = Zersetzer Mergel und kalkiger Ton. 6 = Festere taubengraue Mergel. (Die Schichten sind nach Osten (7 St.) geneigt.)

Quartärebene des Vrbas bilden und die beiderseits zur höheren Beckenumrandung sanft ansteigenden Gehänge aufbauen. (Vgl. Abb. 73 und 74.) Diese **Braunkohlenablagerung von Bugojno** besitzt bei einer dem nordwestlichen Vrbaslaufe entsprechenden Länge von 11 km und bei zwischen Poriče und Šeferovići 9 km größter Breite ein Flächenausmaß von rund 71 km², schließt aber trotz dieser bedeutenden Ausdehnung nur ein bescheidenes Kohlenvermögen ein.

Die oligomiozänen Binnenlandbildungen, welche im Osten, abgesehen von einem Gabbrostocke bei Ljubnić, Werfener Schichten bei Hapstići und einem Melaphyrdurchbruche bei Odžak, nur jungpaläozoischen Phylliten und

Kalken, im Westen ausschließlich Triasdolomiten aufliegen,⁹³⁾ beginnen zwar stellenweise, z. B. im Vrbasbette beim Han Jusić, mit festen Konglomeraten oder Sandsteinen; im allgemeinen lassen sie sich aber im engeren Becken von Bugojno in drei petrographische Stufen gliedern: unten Süßwasserkalke, darüber Mergel und Tegel, welche Stufe anscheinend in zwei Horizonten Kohle einschließt, und zu oberst Konglomerate.

Die Süßwasserkalke sind nur im südlichen Ablagerungsbereiche spärlich verbreitet und sind auch nur hier zum Teile eine den Mergeln vorangehende, sonst aber mit ihnen gleichzeitige Bildung. Bei Hapstići und Vrhpeć sind sie dünnplattig, lagenweise voll zerpreßter *Limnaeen* und *Pisidien*; in einer solierten, vom unterlagernden Dolomit nicht leicht zu unterscheidenden Partie an der Vrbastalstraße bei Zlavast sinterig, fest, mehr bankig, nebst *Pisidien* hauptsächlich kleine Gasteropoden (*Lithoglyphus*, *Valvata*), leider zumeist nur in Steinkernen einschließend; bei Bevrnjići körnelig und teilweise stark eisenschüssig, reich an zerpreßten *Limnaeen*.

Die Mergel und Tegelsind in der Braunkohlenablagerung von Bugojno am meisten verbreitet. Die Mergel sind nur ganz untergeordnet spröde Kalkmergel von muscheligem Bruch, zumeist aber milde Tonmergel, die am Tage tief lehmig zersetzt zu sein pflegen, ebenso wie die mehr oder weniger sandigen und glimmerigen Tegel, die im allgemeinen in der Hangendpartie der Stufe vorherrschen. Beide Gesteine sind frisch von grauer oder bei hohem Bitumengehalt brauner, verwittert von gelber bis weißlicher Färbung. Auffallend ist der fast vollständige Mangel an Tierresten, wohingegen stellenweise, z. B. unterhalb Poriće oder im sogenannten Lučićebrieg, einer Steillehne zwischen Vrhpeć und Vesela, Pflanzenreste recht häufig sind, die mit einem abhebbaren kohligem Häutchen überzogen zu sein pflegen. Bei weitem vorherrschend sind darunter Nadelhölzer, insbesondere *Sequoia Langsdorfi* Bgt. sp., *Glyptostrobus europaeus* Bgt. sp. und *Pinus heptios* Ung. sp.; Dicotyledonenblätter kommen viel seltener vor und ihre Erhaltung ist meist auch minder günstig. Bei

⁹³⁾ Vgl. Katzer: Geologischer Führer etc., I. c., S. 193 ff. Die Karte wurde inzwischen reambuliert, wobei sich Änderungen hauptsächlich in der nördlichsten Partie in folgerichtiger Erkenntnis des eluvialen Ursprunges mancher Oberflächenbildungen ergaben.

Poriče und Vrhpeč wurden gefunden: *Myrica hakeaefolia* Ung. sp., *Alnus Kefersteini* Göpp. sp., *Cinnamomum polymorphum* Br. sp., *Sapotacites minor* Ett., *Andromeda protogaea* Ung., *Celastrus europaeus* Ung., *Juglans acuminata* Br., *Eucalyptus oceanica* Ung., *Cassia phaseolites* Ung.

Die konglomeratige Hangendstufe ist nur im nördlichen und östlichen Teile des Beckens von Bugojno mehr verbreitet, namentlich auf den Höhen nördlich des Poričebaches und bei Šeferovići. Die Konglomerate sind zumeist reich an tonig-sandigem Bindemittel und zerfallen daher leicht zu lehmigem Schotter. Da jedoch ihre festeren Bänke, z. B. bei Kotege, Hudurlje und Šeferovići, ein mit den unterlagernden Mergeln gleichsinniges, wenn auch meist flacheres Einfallen zeigen, dürfen sie zum Tertiär einbezogen werden. (Vgl. Abb. 74.)

Hinsichtlich der Lagerung entspricht das Becken von Bugojno einem tektonischen Graben, dessen Ostrand durch eine Bruchlinie bedingt ist, welche aus der Gegend von Prozor über Voljevac gegen Donji Vakuf verläuft, und dessen fast geradelnige Westbegrenzung ebenfalls durch einen Bruch bewirkt wird. Zwischen diesen beiden Randbrüchen ist die Lagerung der oligomiozänen Binnenlandschichten im allgemeinen beckenförmig (Abb. 73) und die lokalen Störungen, welche z. B. zwischen Bevrnjići und Čipuljići eine Nebenmulde und den überhaupt stärkeren Lagerungswechsel im südlichen Beckenabschnitte verursachen, sind von verhältnismäßig nebensächlicher Bedeutung.

Die Kohlenführung der Ablagerung von Bugojno verteilt sich, wie erwähnt, auf zwei Horizonte. Im tieferen sind die Flözausbisse namentlich entlang des westlichen Randes ziemlich zusammenhängend; im oberen nur in der Mitte und auf der Ostseite der Ablagerung vereinzelt vorhanden und entsprechen hier, wie die Aufschlüsse beim ehemaligen Han Mlačo und unter der Ostarina gradina nächst Bugojno sowie im Milanovacbache bei Šeferovići erkennen lassen, offenbar nur geringfügigen Lokalbildungen. Von den ersteren Ausbissen befinden sich die mächtigsten und anhaltendsten im Riede Čardak südlich von Čipuljići, bzw. südwestlich von Bugojno. Sie erstrecken sich von der Čardakquelle westwärts um den Alibegovičhügel (Abb. 73) bis zu der Häusergruppe gleichen Namens mehr als 1 km weit und bestehen zumeist aus Erdbrandprodukten von stellenweise

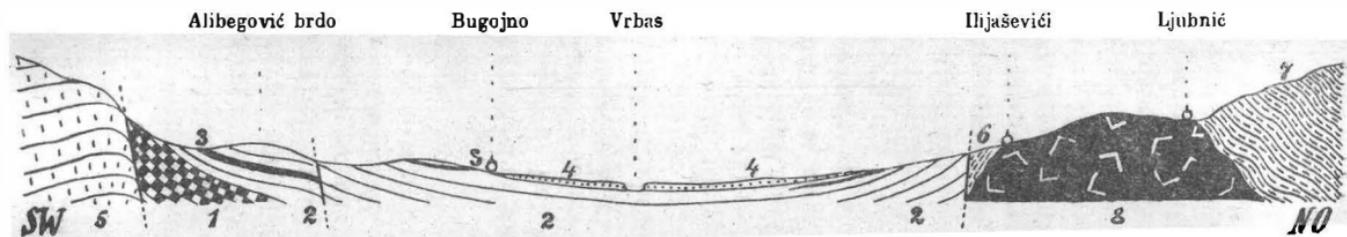


Abb. 73. Profil durch die Braunkohlenablagerung von Bugojno.

1, 2, 3 Binnenlandoligomiozän u. zw.: 1 = Süßwasserkalk. 2 = Mergel und Tegel. 3 = Kohlenflöz. 4 = Quartär der Vrbas ebene. 5 = Triasdolomit. 6 = Oolithischer Kalk. 7 = Phyllit (paläozoisch). 8 = Gabbro.

beträchtlicher Mächtigkeit; nur im Süden, in der Nähe der genannten Quelle, liegt in einer Tagbaupinge eine Partie des Kohlenflözes offen. Die seinerzeit in der gleichen Lehne aber etwas tiefer bestandenen Einbaue, darunter ein angeblich 24 m tiefer Schacht, sind längst völlig verbrochen und verrollt. In dem Tagbaue soll das Flöz 3 m mächtig gewesen sein; die Mächtigkeit der jetzt offenen Flözpartie beträgt jedoch kaum 1·5 m, wovon ungefähr die Hälfte auf taube Zwischenmittel entfällt. Die Ausbißkohle ist moorig, unansehnlich, von schwarzbrauner Farbe, ohne Glanz, leicht zerbröckelnd und von geringer Qualität. Eine Partialanalyse ergab:

Hyroskopisches Wasser	23·60 %
Asche	30·12 %
Heizwert nach Berthier	2504 Kal.

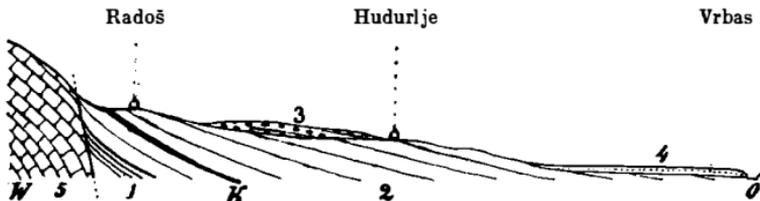


Abb. 74. Profil durch den Westflügel des Jungtertiärbeckens von Bugojno.

1 = Süßwasserkalk. 2 = Mergel und Tegel. K = Kohlenflöz.
3 = Konglomeratige Hangendstufe. 4 = Quartär der Vrbašebene. 5 = Triasdolomit.

Alle anderen Flözausbisse entlang des westlichen Ablagerungsrandes zwischen Poriče und Ždralovići, bei den Radošgehöften (Abb. 74), bei und im Orte Prusac sowie am nördlichsten bei Bunguri werden fast ausschließlich durch Erdbrandgesteine bezeichnet. Wo das Flöz nicht ausgebrannt ist, erscheint es meist sehr unrein oder besteht überhaupt nur aus hochbituminösem Mergel und aus Kohlenschiefer, welcher zur Selbstentzündung neigt und die Erdbrände bewirkt hat, deren Produkte an den genannten Stellen verbreitet sind. Da der ansehnliche Flözausbiß auf der Südseite des Alibegovića brdo einem relativ hohen Niveau der Mergelstufe angehört, müßte, sofern ihm die nördlich des Poričebaches ganz nahe am Grundgebirge befindlichen Flözausbisse genau entsprechen, das Binnenlandtertiär in diesem nordwestlichen Abschnitte der Ablagerung von Bugojno verhältnismäßig tief in das Grundgebirge eingesenkt sein und es wäre nicht unmöglich, daß mit der größeren Beckentiefe eine günstigere

Flözbeschaffenheit zusammenhängen könnte, welche Frage durch eine etwa im Milovanovactale (zwischen den Höhenrücken von Fakići und Guvna nordwestlich von Bugojno) anzusetzende Tiefbohrung vielleicht gelöst werden könnte. Die Aussicht, im Becken von Bugojno ein abbaufähiges Flöz qualitätsmäßiger Braunkohle zu erschließen, ist jedoch gering.

Südlich des Beckens von Bugojno befindet sich im stark verengerten Vrbastale auf der linken Seite bei Zlavast die schon erwähnte isolierte Scholle zäher, stark zerklüfteter, in angewitterten Felslehnen dem Aussehen nach vom unterlagernden Triasdolomit schwierig unterscheidbarer oligomiozäner Süßwasserkalke, die reich an *Pisidien* und kleinen Schnecken sind. Dann tritt in der Verbreitung der jungtertiären Binnenlandbildungen eine Unterbrechung ein, die bis zur Enge bei Gračanica anhält, jenseits welcher sich das Vrbastal in die durchschnittlich 1 km breite Skopljeebene auszuweiten beginnt. Hier nun treten beiderseits des ebenen Talbodens jungtertiäre Ablagerungen auf, welche auf der linken Seite des Flusses, abgesehen von einem Streifen mergeliger Sandsteine am Dolac potok, nur aus Konglomeraten bestehen, die in meist geringer Breite entlang der Straße bis Gornji Vakuf ziehen, während auf der rechten Seite des Vrbas hauptsächlich Mergel und Süßwasserkalke entwickelt sind welche ungefähr gegenüber von Gračanica beginnend, sich bei Ričica landeinwärts ausweiten und weiter südlich bis über Gornji Vakuf hinaus nur mehr in einzelnen geringfügigen Schollen erhalten geblieben sind. Der nördlichste Abschnitt dieser Erstreckung ist kohlenführend, so daß von einer **Braunkohlenablagerung von Ričica** gesprochen werden kann, die allerdings bergwirtschaftlich bedeutungslos ist.

Die Konglomerate, welche meist auf Triasschichten, Werfener Schiefeln oder Dolomit aufernd, auf der linken Seite des Vrbas bis Gornji Vaku ziehen und erst oberhalb dieses Marktes auch auf die rechte Seite in einzelnen Schollen übergreifen, entsprechen der Hangendstufe von Bugojno und besitzen wie diese eine von den unteren Stufen des Binnenlandtertiärs etwas verschiedene Lagerung. Es sind wesentlich Kalk- und Dolomitzkonglomerate, ausgezeichnet durch eine Menge hohler Gerölle.⁹⁴⁾

⁹⁴⁾ Vgl. Katzer: Gelogischer Führer I. c., S. 207 ff.

Die Süßwasserkalke und Mergel, welche ein Kohlenflöz einschließen, breiten sich beiderseits des Grnišnjaktales u. zw. südlich desselben zwischen Hrastnica und Kučine in einem bei der letztgenannten Ortschaft auf Werfener Schichten aufliegenden, bei der ersteren unter mächtige diluviale Schotter untertauchenden, nur wenige Hundert Meter breiten Streifen; nördlich des Grnišnjak jedoch in einer gegen 4 km² umfassenden Erstreckung bis Ričica gornja, Lužani und



Abb. 75. Profil durch die Braunkohlenablagerung von Ričica. 1, 2, 3 Binnenlandtertiär u. zw.: 1 = Süßwasserkalk und Mergel. 2 = Kohlenflöz. 3 = Hangendkonglomerate mit hohlen Geröllen. 4 = Hochdiluvium. 5 = Alluvium. 6 = Paläozoische Phyllite und Sandsteine. 7 = Werfener Schichten. 8 = Triasdolomit.

Rosulje aus. Im Osten liegen sie auf Werfener Schichten und im Westen entlang des Vrbas kommt unter ihnen mehrfach Triasdolomit hervor (Abb. 75). Sie selbst werden besonders bei Lužani und Rosulje von diluvialen Hochschottern fluv oglazialen Ursprunges bedeckt und in ihrer Oberflächenverbreitung unterbrochen. Die Süßwasserkalke, welche jenen von Zlavast gleichen, aber dünnplattiger sind und ebenfalls *Pisidien* und kleine Schnecken (*Lithoglyphus* sp.) enthalten, sind hauptsächlich in der südlichen Partie entwickelt, während weiter nördlich Mergel vorherrschen. Diese sind stellenweise, wie z. B. bei Ričica donja, überreich an Versteinerungen, namentlich an einer kleinen glatten *Melanopsis* (cf. *Vitezovići* Brus.) und an *Neritodonten*. Die Ausbisse des der Liegendpartie der Mergel eingeschalteten Kohlenflözes sind unbedeutend und lassen ohne Einbaue seinen Schichtenverband nicht klar erkennen. Bei der Häusergruppe Rosulje kommt in der Nähe des Friedhofes Kohle zutage, die von lettig zersetzten milden Mergeln begleitet wird und größtenteils ausgebrannt ist. Das Flöz soll hier über 2 m mächtig, aber sehr unrein sein. Bei Ričica donja ist in einem Seitengraben des Grnišnjak ein richtiger Ausbiß zwar nicht entblößt, aber durch in eine lehmige Schicht eingeknetete Stücke und Brocken einer schwarzen, halblignitischen, glänzenden,

spröden Kohle angedeutet. Die Schichten fallen in der ganzen Ablagerung im allgemeinen flach westwärts ein jedoch tritt auch entgegengesetztes Verflächen ein, namentlich entlang des Vrbas, wo die Schichtenstellung zum Teile sehr steil ist, was durch Begleitstörungen des Skopljehauptbruches bewirkt wird (vgl. Abb. 75) und vermuten läßt, daß die Kohlenführung, abgesehen von ihrer Minderwertigkeit, auch noch zerstückelt und bis auf etliche Schollenreste abgetragen sein dürfte.

7. Die Braunkohlenablagerungen des Sanagebietes.

Die Triaskalkhöhen von Gerzovo (vgl. S. 300) bilden die Wasserscheide zwischen Pliva, bzw. Vrbas und Sana, welcher letztere Fluß am Nordostfuße des breiten Gebirgsstockes der Crna gora (1650 m) aus der Vereinigung mehrerer kräftiger Karstquellen entsteht. Er fließt mit wechselnden Auslenkungen nordwärts, biegt bei Prijedor nach Westen um und vereinigt sich in Bosn. Novi mit der Una. Seinem Flußgebiete gehören einige oligomiozäne Braunkohlenablagerungen an, darunter auch solche mit einer ansehnlichen, für die Zukunft wichtigen Kohlenführung.

Diesüdlichste ist die **Braunkohlenablagerung von Medna**, die sich 5 km östlich des Oberlaufes der Sana zwischen deren beiden ersten rechtsseitigen Zuflüssen ausbreitet: dem Kruševljakbache, den die Sana gleich an ihrem Ursprunge aufnimmt und dem Mednabache, welcher sich 45 km weiter talwärts mit ihr vereinigt. Die Ablagerung, welche einen sehr unregelmäßigen Umriß besitzt, nimmt bei 6 km meridionaler Längserstreckung und zwischen 5·5 und 1·5 km wechselnder ostwestlicher Breite eine Fläche von annähernd 22 km² ein. Weiter südlich, beim Han Pantelia, tritt noch eine, wesentlich aus mürbem Konglomerat bestehende Scholle auf. Die Hauptablagerung liegt, abgesehen von einer Stelle am nordwestlichsten Rande, wo anscheinend paläozoische Schichten aufbrechen, sonst im Norden nur Werfener Schiefen, im Osten und Westen Dolomiten und Kalken der Trias auf und wird in ihrem nordöstlichen Abschnitte westlich des Vasiljevićgehöftes von einer Triaskalkinsel unterbrochen.

Die Ablagerung läßt sich in drei petrographische Stufen gliedern, die mehr faziell als zeitverschieden sind, nämlich Konglomerate und Sandsteine, mit deren

Bildung die Beckenausfüllung indessen nur stellenweise begann, sodann Süßwasserkalke und schließlich Mergel und Tegel, welche in der Ablagerung den größten Raum einnehmen. An diese letztere Stufe ist die Kohlenführung gebunden.

Die Konglomerate sind am mächtigsten am Nordwestrande der Ablagerung entwickelt, wo sie der erwähnten, wahrscheinlich paläozoischen, aus schwarzem kiesigem Kalk und Breccien bestehenden Gesteinsreihe auflagern (Abb. 78) und wo in sie die Schlucht des Bjeli potok eingesägt ist. Sie bestehen hier überwiegend aus groben, ei- bis kopfgroßen, durch ein festes kalkig-sandiges Bindemittel verbundenen Kalk- und Dolomitgeröllen und bilden besonders auf der rechten Bachseite Zinken und pfeilerförmige Erosionsgebilde, darunter den gegen 4 m hohen, spitzkegeligen Kravski kamen. Auf der Ostseite der Ablagerung bei Carevac und am Westgehänge der Grabovaglava sowie im Süden im Kruševljakgebiete treten mürbe, zu Schotter zerfallende Konglomerate und feste Sandsteine als liegendstes Glied des Binnenlandoligomiozäns auf; sonst scheinen Süßwasserkalke oder Mergel direkt auf dem Grundgebirge zu lagern.

Die Süßwasserkalke schließen sich im allgemeinen an die psammitischen Liegendschichten an, wechsellagern jedoch zuweilen auch mit den Mergeln. Im Bjeli potoktale, wo aus ihnen die Quelle Kravsko vrelo entspringt, sind sie von graugelber oder weißlicher Färbung, teils dünnplattig hart und klingend, teils grobbankig, sinterig und milde, beide mehr oder weniger stark bituminös und mäßig reich an Fossilien, u. zw. in den plattigen Kalken hauptsächlich glatten schlanken *Melanopsiden* (*Melan.* cf. *Visianiana* Brus.) und kleinen *Hydrobien*, in den sinterigen Kalken *Chara*-resten. Auf der Ostseite der Ablagerung bei Željkovci sind die festen, weißlich gelben Süßwasserkalke plattig, mit wulstigen Schichtenflächen, etwas bituminös und lagenweise voll Versteinerungen, insbesondere dünnchaligen, scharfgekielten *Congerien* mit groben Zuwachsstreifen und *Melanopsis* cf. *filifera* Neum., leider zumeist in mangelhaftem Erhaltungszustand. In die Mergelstufe eingeschaltete Süßwasserkalkbänke pflegen hochbituminös und bräunlich gefärbt sowie mehr tonig zu sein und enthalten die gleichen *Congerien* und *Melanopsiden*, daneben aber meist reichlich auch kleine *Hydrobien* und *Planorben* (wohl *Plan. Pulici* Brus.) sowie zuweilen *Charasamen*.

Die Mergel, frisch von blaugrauer, verwittert von weißlicher Farbe, sind meist tonig und milde und gehen einerseits in Kalktone, andererseits in sandige, zumeist grünlich gefärbte Tegel über. Die Schichtenfolge wechselt zwar von einem Profil zum andern, im großen ganzen herrschen jedoch Tonmergel in der Liegend- und sandige Tegel in der Hangendpartie der Stufe vor. Lagenweise sind die Mergel sehr reich an Fossilien, worunter besonders bezeichnend geknotete *Melanopsis*-Arten sind. Am meisten verbreitet ist eine schlanke, 1 bis 2 cm hohe Art mit glatter Spitze und letzter Windung, aber mit je zwei Knotenreihen auf den mittleren Gewindegängen, die in die nächste Verwandtschaft der *Melanopsis Pantčičiana* Brus., *Mel. misera* Brus. und *Mel. Katzeri* Brus. gehört und mit letzterer vielleicht sogar identisch ist, was jedoch wegen der mangelhaften Erhaltung der von Šipovo (vgl. oben) stammenden Original Exemplare vorläufig nicht sicher festgestellt werden kann. Daneben findet sich minder häufig eine relativ breitere, der *Mel. (Canthidomus) lyrata* Neum. nahestehende Form sowie die gedrungene plumpe *Nel. retusa* Brus., die bis jetzt auch nur von Šipovo bekannt war. Massenhaft kommen in den Mergeln ferner *Hydrobien* (cf. *cylindracea* Desh.) vor, ziemlich häufig *Prososthenien*, *Neritodonten*, darunter *Nerit. Barakovići* Brus., *Stenothyra* sp. sowie namentlich auch *Congerien*. Unter diesen fällt am meisten eine große, dünnschalige, ziemlich stark aufgewölbte, kiellose, in der Gestalt an einen abgerundeten *Unio* erinnernde Form auf, die im Aufschlusse bei der Carevacquelle (Abb. 77) häufig ist aber bisher nur in von spärlichen Schalenresten bedeckten Steinkernen vorliegt; ferner gekielte Formen, wie sie auch bei Sanskimost und Drvar vorkommen sowie anscheinend mehrere Arten aus der *Mytiliformes*-Gruppe Andrusovs, darunter eine, die in Gestalt und Größe der *Cong. solitaria* Br. nahekommt. Es ist bemerkenswert, daß innerhalb der Süßwasserkalk- und Mergelstufe die glatten *Melanopsiden* einen tieferen, die mit knotiger Spiralverzierung versehenen, aber einen höheren Horizont charakterisieren, welcher auch verhältnismäßig reich an *Congerien* ist. Die Aufschlüsse bei den einzelnen Kohlenflözausbissen bieten hierüber noch nähere Aufklärung (vgl. Abb. 76, 77).

Auf der Westseite der Ablagerung kommt Kohle im Taleinschnitte des Bjeli potok eine kurze Strecke oberhalb

des Zečev most zutage. Das dortige Profil (Abb. 76) stellt sich wie folgt dar:

Auf der am Talausgange aufbrechenden, wahrscheinlich paläozoischen Grundgebirgsscholle lagern die oben besprochenen Konglomerate und Süßwasserkalke, die bei unter 15 bis 25° nach Süden (13 Stunden) gerichtetem Einfallen bachaufwärts im sogenannten Nišinj do von blaugrauen grobschichtigen Mergeln überlagert werden, welchen eine 40 cm starke Kohlenbank eingeschaltet ist. Die Mergel enthalten in der Liegendpartie nebst anderen meist zerpreßten Schnecken glatte *Melanopsiden* und kleine *Hydrobien*, in der Hangendpartie hauptsächlich *Planorben* sowie eine *Patula* mit 5 bis 6 platten Windungen und scharfen Querrippen. Die Kohle ist sehr unrein und am Ausbisse aufgeblättert.

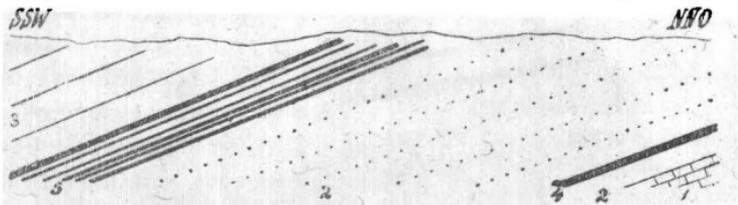


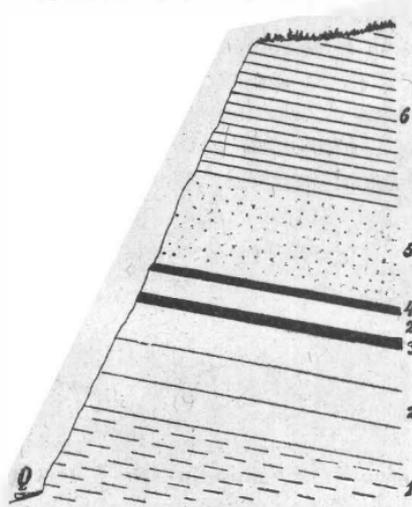
Abb. 76. Profil der flözführenden Oligomiozän-Schichtenreihe im Bjeli potoktale bei Medna.

1 = Süßwasserkalk. 2 = Grobschichtige, etwas sandige Mergel. 3 = Bankige Tonmergel. 4 = Geringmächtige Kohlenbank. 5 = Stark vertaubtes, 1,5 m mächtiges Kohlenflöz. Nähere Erläuterung im Text.

Über ihr folgt eine 6 m mächtige Schichtenreihe von grauen sandigen Mergeln, welche ihrerseits das Liegende einer Anzahl von Kohlenschmitzen bilden, die zusammen als stark vertaubtes, 1,5 m mächtiges Flöz angesprochen werden können. Die Gliederung desselben ist von unten aufwärts folgende: Kohle 20 cm; mergeliges Zwischenmittel 15 cm; Kohle 5 cm; Mergel 30 cm; Kohle 5 cm; Mergel 25 cm; Kohle 10 cm; Mergel 10 cm; Kohle 5 cm; Mergel 15 cm; Kohle 10 cm. Es entfallen demnach auf die Kohlenschmitze nur 55 cm, auf die tauben mergeligen Zwischenmittel jedoch 95 cm. Von einer Bauwürdigkeit dieses Flözes kann somit nicht die Rede sein, ganz abgesehen davon, daß nur die dünnen Schmitze zum Teile reine Kohle führen, die stärkeren aber überwiegend Kohlenschiefer. In den Mergeln im Liegenden des Flözes und zwischen den Kohlenbändern treten die oben erwähnten mit Knoten verzierten *Melanopsiden* ziemlich

reichlich auf, meist enthalten die Schichten, namentlich in der Kohlennähe, jedoch nur Schalengereißel oder Wurzeln und unbestimmbare Pflanzenfetzen.

Ähnlich wie im Bjeli potoktale ist die auf der Ostseite der Ablagerung bei der Careva Quelle (westlich des Friedhofes von Carevac) im Ursprungsgebiete des Kruševljakbaches gut aufgeschlossene kohlenführende Schichtenreihe beschaffen



(Abb. 77). Die Quelle tritt am Fuße einer Steillehne aus bräunlichen Süßwasserkalken, welche die oben gedachten scharf gekielten *Congerien*, glatten *Melanopsiden* und kleinen *Planorben* enthalten, zutage.

Über diesen Süßwasserkalken folgen mit beiläufig 4 m Gesamtmächtigkeit bankige Tonmergel, darüber zwei, durch ein zirka 80 cm starkes, mergeliges

Zwischenmittel getrennte Kohlenschmitze, die von etwa 3·5 m dunkelgrauer, etwas sandiger Mergel bedeckt werden, worüber

dann bis zum Rasen rund 5 m teils härtere dünnplattige, teils mildere, größer geschichtete, gelbliche Mergel folgen. Besonders diese letzteren sind reich an den oben angeführten großen *Congerien* und den geknoteten *Melanopsiden* sowie an *Hydrobien* und *Neritodonten*. Alle Schichten fallen unter 12° nach Norden (1 Stunde), also gegen das kaum einen halben Kilometer entfernte Grundgebirge ein, was auf eine Schleppung hinweist. Von den beiden Kohlenschmitzen ist der untere 20 cm, der obere 17 cm mächtig, dieser ziemlich rein, der erstere von tauben Bändern durchsetzt, die viel Muschelschalengereißel aber auch einzelne besser erhaltene *Prososthenien*, *Hydrobien* und *Planorben* enthalten, unter letzteren solche von 2 bis 3 cm Durchmesser, die zu *Plan. cornu* Bgt. gehören dürften. Die Kohle der reinen Bank ist

Abb. 77. Profil der kohleführenden Schichtenreihe bei der Carevaquelle. 1 = Süßwasserkalke. 2 = Tonmergel. 3 und 4 = Kohlenflözchen. 5 = Sandige Mergel. 6 = Plattige Mergel. Q = Carevaquelle. Nähere Erläuterung im Text.

von braunschwarzer Farbe, zeigt Holz- oder Stengelstruktur, am Längsbruch matten, am Querbruch lebhaften Glanz und ergibt einen schwach gesinterten Entgasungsrückstand. Abbaufähig ist auch dieses Vorkommen nicht, jedoch ist es nicht ausgeschlossen, daß es sich in beiden Randpartien, hier wie im Bjeli potok, lediglich um Liegendschmitze handelt, welche für das Kohlenvermögen der ganzen Ablagerung nicht ausschlaggebend sind. Denn weiter nördlich, im Einschnitte des Grabovacbaches südlich von Medna sind mächtige Kohlenausbisse vorhanden, die der Lagerung nach einer gegenüber der Carevacpartie abgesunkenen Scholle und daher einem Hangendflöze angehören könnten. (Vgl. Abb. 78.) Freilich kann es sich jedoch auch nur um eine örtliche Aus-



Abb. 78. Profil durch die Braunkohlenablagerung von Medna. 1—4 Binnenlandoligomiozän u. zw.: 1 = Konglomerate und Sandsteine. 2 = Süßwasserkalke. 3 = Mergel und Tegel. 4 = Kohlenflöze. 5 = Paläozoische Schichten. 6 = Werfener Schiefer (untere Trias). 7 = Triasdolomit. 8 = Triaskalk. 9 = Gips. Das Profil ist beiläufig zweimal überhöht.

bildung in dem durch die eingangs erwähnte Grundgebirgsinsel abgeschnürten Beckenteile handeln, in welchem Falle das hier abbaufähige Kohlenvermögen trotz der ansehnlichen Flözmächtigkeit kein bedeutendes sein könnte. Zwischen Carevac und Antonići, etwa nordwestlich von Novakovići anzusetzende Tiefbohrungen würden hierüber entscheidenden Aufschluß erbringen.

Die Quelle des Grabovacbaches ist eine starke, in drei Armen aus Triaskalk hervorbrechende Karstquelle. Nordwestlich von ihr, gleich jenseits des Baches, erhebt sich auf der Ostseite des Jovića brdo die mehrerwähnte Triaskalkinsel, zwischen welcher und dem Beckenrande das Binnenlandoligomiozän nur einen ganz schmalen Streifen bildet. Talwärts tieft sich der Grabovacbach in die Tertiärschichten rasch ein und legt die Flözföhrung dieses Ablagerungsteiles bloß. Die nach Westen bis Südwesten einfallenden Schichten streichen generell nach Nordwesten, so daß sie die mehr nördlich ziehende

Bachrinne meist spitzwinkelig queren, in Windungen aber im Streichen auch mit ihr zusammenfallen, wodurch das durch den Graben aufgeschlossene Profil an Umfang und Klarheit einbüßt. Am Beckenrande treten in geringer Mächtigkeit mürbe Konglomerate und plattige Süßwasserkalke mit Spuren von Pflanzenresten auf. Im Grabovacgraben sind die tiefsten offenen Schichten blaugraue glimmerige Tegel und eigentümliche brockige oder breccienartige dunkelgraue Mergel. Darüber folgt ein Kohlenflöz, welches bei rund 9 m Gesamtmächtigkeit drei Kohlenbänke umfaßt, deren mittlere 3·8 m, die untere etwa 2·2 m, die hangende im Mittel 1·5 m mächtig ist, während auf die beiden, die allerdings auch von tauben Bändern durchwachsenen Kohlenbänke trennenden Zwischenmittel je ungefähr 80 cm entfallen. Darüber liegen milde, tonig zersetzte, taubengraue Tegel, die ebenso wie das Flöz unter mittelsteilen Winkeln nach Westen einfallen. Dann tritt eine durch Schutt verursachte Unterbrechung des Profiles ein, jenseits welcher die Schichten flacher liegen. Entblößt sind weiche, tonig zersetzte Mergel, darüber ein gegen 5 m mächtiges Kohlenflöz, dessen mittlere Partie ziemlich vertaubt ist, so daß nur etwa die Hälfte der Gesamtmächtigkeit auf reine Kohle entfällt. Das Hangende des Flözes wird von dunkel grüngrauen, sandigen, verkohlte Pflanzenfetzen einschließenden Tegeln gebildet, die nach aufwärts in von einzelnen Süßwasserkalkschichten durchsetzte Mergel übergehen. Darüber folgt in rund 10 m Abstand vom ersteren ein weiterer Kohlenausbiß von mindestens 4 m Mächtigkeit, welcher ebenfalls teilweise von Kohlen-schiefer durchwachsen ist, worüber dann graue Mergel liegen, die jenen im Hangenden des untersten Flözausbisses gleichen. Bei dem beschränkten und unterbrochenen Aufschluß in der engen Talrinne läßt sich ohne entsprechende Einbaue nicht mit Sicherheit entscheiden, ob nicht zwei dieser Ausbisse der gleichen Kohlenbank angehören. Jedoch ist es nicht zweifelhaft, daß die Kohlenführung des Grabovacgebietes südlich von Medna zumindest in zwei Flözen besteht, welche trotz der mehrfachen Vertaubung zusammen etwa 6 m abbaufähiger Kohle enthalten, die zum erheblichen Teile stollenmäßig zugute gebracht werden könnte, wobei aber das vorhin über die möglicherweise beschränkte Ausdehnung dieses Kohlenfeldes Gesagte zu berücksichtigen bleibt.

Die Kohle der Grabovac-Flöze ist von ungleicher Beschaffenheit. Teilweise, besonders in den hangenden Bänken, ist sie lediglich fossilisiertes Holz von lichtbrauner Farbe, öfters überrindet mit Kalksinter, aber zuweilen auch durchtränkt von Kieselsäure, so daß Klüfte und Höhlungen in ihr mit 0·5 bis 1·5 mm dicken drusigen Krusten kleiner Quarzkriställchen ausgekleidet erscheinen. Daß diese Kohle nur einen geringen Heizwert haben kann, bedarf keines Beleges. Überwiegend ist die Braunkohle der Grabovac-Aufschlüsse jedoch von pechkohlenartiger Beschaffenheit, von fast schwarzer Farbe und dunkelbraunem Strich, zu plattiger Absonderung neigend, auf den Schieferungsflächen öfters jahresringartige Pressungserscheinungen zeigend, mit unebenem matten Längsbruch und kleinscheligem, glänzendem Querbruch, am Ausbiß zuweilen von Gipsausblühungen und auf Klüften und Lassen von Eisenhydroxydausscheidungen überzogen. Auf diese nicht backende, einen schwarzen pulverigen Entgasungsrückstand hinterlassende Kohle bezieht sich die folgende, bereits im Jahre 1889 ausgeführte Elementaranalyse:

Kohlenstoff	48·21 %
Wasserstoff	4·18 %
Sauerstoff, Stickstoff u. a.	19·683 %
Gesamtschwefel	5·218 %
Verbrennlicher Schwefel	5·191 %
Hygroskopisches Wasser	14·50 %
Asche	13·40 %
Koksausbeute (sandig)	46·55 %
Heizwert, berechnet	4254 Kal.

Die nächst nördliche Ablagerung von oligomiozänem Binnenlandtertiär im Sanagebiete ist die **Ablagerung von Ključ**. Dieser Bezirksort liegt am Fuße des einer Bruchlinie entsprechenden südlichen Absturzes der Steilwände des Orlovac-Burgfelsens und des Zelen, die einen schmalen Riegel bilden, welcher vom Sanafusse in einer engen Klamm durchbrochen wird. Die heutige Konfiguration dieses pittoresken Geländes steht im grellsten Gegensatze zu der Oberflächengestaltung, welche hier im Jungtertiär bestanden haben muß. Wo heute die Felszacken aufstreben, breitete sich damals ein seichtes Seebecken aus, welches von Osten und Süden her

geschieberriche Zuflüsse erhielt und im Norden sich durch Süßwassermergel- und Sinterbildungen ausfüllte.

Südlich des Felsriegels sind nur noch spärliche Überreste oligomiozäner Bildungen vorhanden: eine kleine Süßwasserkalkscholle in Ključ am rechten Sanaufer unmittelbar bei der Brücke und eine Konglomeratscholle westlich der Stadt beiderseits der Petrovacer Straße, etwa 1.5 km südwestlich vom Han Derven. Möglicherweise sind auch die Lehme, welche von Vojići in die Senke beim Han Derven hinabziehen, zum Teile verschwemmtes Tertiär. Nördlich der Sklopence nehmen die Binnenlandbildungen jedoch eine Fläche von etwa 9 km² ein, indem sie sich von der Ljubinska planina nordwärts bis zum Sanaknie bei Zgon erstrecken und noch jenseits des Flusses die Senke von Humići umfassen.

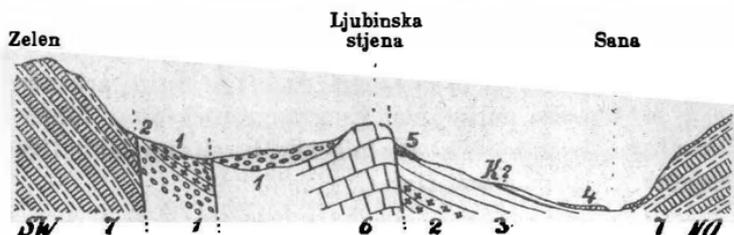


Abb. 79. Profil durch die Binnenland-Oligomiozänablagerung von Ključ an der Sana.

1, 2 u. 3 Oligomiozän und zwar: 1 = Konglomerate, 2 = Süßwasserkalke, 3 = Tonmergel und Tegel, in der Hangendpartie einen fraglichen Kohlschmitzeinschließend. 4 = Alluvium der Sanaebene. 5 = Kalktuff. 6 = Kreidekalk. 7 = Triaskalk und Dolomit.

Sie bestehen überwiegend aus Konglomeraten, ferner aus Süßwasserkalken und Mergeln. Die meist mittel- bis feinkörnigen Konglomerate nehmen die Höhe der Ljubinska planina (656 m) ein und breiten sich auf der Ostseite der Ablagerung bis zum Ljubinski vrh und auf der Westseite entlang der Sana über Rakovac bis gegen Vukovo selo aus. Aus ihnen ragt inselartig der scharfe Grat der Ljubinska stjena (Tuk) hervor (Abb. 79), welcher sich nordwestwärts zur Sana herabsenkt und sich hier in einzelne, die Tertiärschichten durchsetzende Klippen, Kamen genannt, auflöst. An diese Kalkklippen schließen sich mächtige Kalktuffablagerungen an, bestehend fast nur aus Bruchstückchen von Sinterhüllen von Pflanzenstengeln, die lockere Anhäufungen bilden, welche in der Kraljevac-Talstrecke als Bausand gewonnen werden. Die Kalkklippen mögen im jüngeren Diluvium in

dem damals noch hochliegenden Flußbette Staffeln gebildet haben, über welche der Vorläufer der Sana in Kaskaden abstürzte und zerstäubte, so daß sich allmählich Travertinterrassen aufbauen konnten. Jetzt sind sie durchsägt und auch in ihre Tertiär- und Triasunterlage schneidet sich der Fluß tiefer und tiefer ein.

Am Südrande der Tertiärablagerung in der Zmajevac-Dolovi genannten Klammpartie, gleich jenseits des Burgfels-Kalkriegels, stoßen am Grundgebirge mit gestörter Schichtenstellung plattige Süßwasserkalke ab, die mit Konglomeratbänken ineinandergreifen, so daß hier die Süßwasserkalke der liegendsten Partie des Binnenlandoligomiozäns angehören. Sie sind teils rosa gefärbt, körnig, hart, klingend, teils dünn-schieferig, gelb, feinsandig oder dicht, etwas milder. Diese letzteren enthalten Blattabdrücke, darunter *Laurus lalages* Ung. und *Phragmites* sowie kleine scharfgekielte *Congerien*. Ähnlich beschaffen sind Einlagerungen im Konglomerat in Rakovac, durch welches Dorf die Grenze zwischen dem Triaskalk und dem Tertiär hindurchzieht. Sonst scheinen die Konglomerate ohne Beteiligung von Süßwasserkalken unmittelbar auf dem Grundgebirge zu liegen. Nach oben zu werden sie bindemittelreicher, mürber, von sandigtegeligen Zwischenmitteln durchsetzt und gehen in weiche Tonmergel über, die, an der Oberfläche meist in tiefen eisenschüssigen Lehm aufgelöst, von der Ljubinska stjena über Zgon zur Sana und jenseits des Flusses über Humići hinausziehen. Im Bach-einrisse östlich von Zgon soll darin ein Kohlenschmitz vorhanden sein. Die betreffende Stelle ist jedoch gegenwärtig verrollt und Anzeichen einer Kohlenführung sind dort nicht wahrzunehmen.

Nachdem die Sana die Talenge auf der Westseite des prächtigen Mulež-Kegels (1.013 m) passiert hat, tritt sie bei Vrhpolje, rund 20 km nördlich von Ključ, wieder in ein Binnenlandtertiärbecken ein, das sich von hier über Sanski-most gegen Stari-Majdan und nach Westen umbiegend über Kamengrad bis Skucani Vakuf erstreckt. In diesem westlichen Teile schließt diese **Braunkohlenablagerung von Kamengrad-Sanskimost** ein erhebliches Kohlenvermögenein, weshalb sie früher oder später zu bergwirtschaftlicher Bedeutung gelangen dürfte.

Die Ablagerung wird im Osten und Norden teilweise von paläozoischen Bildungen, sonst rundum von Triasgesteinen: Werfener Schichten der unteren, Dolomit und Kalksteinen der oberen Trias, begrenzt. Ihre knieförmige Gestalt schließt sich an den Lauf der Flüsse an: der in südnördlicher Richtung gestreckte schmale östliche Flügel an die Sana, der sich westwärts ausbreitende große westliche Flügel an die Bliha, was damit zusammenhängt, daß der Talweg dieser Flüsse durch die tektonischen Linien vorgezeichnet ist, an welchen die Einsenkung des Binnenlandtertiärs in das Grundgebirge erfolgte. Von Vrhpolje bis Sanskimost bilden die Binnenlandoligomiozänansichten nur auf der rechten Seite der Sana einen zusammenhängenden Zug von zwischen einigen hundert Metern und 3 km wechselnder Breite, der etwa 1 km oberhalb der Sanicamündung beginnend, über Tomina und Čaplje bis Šehovec nördlich von Sanskimost den Fluß begleitet, während auf der linken Seite den Triashöhen, welche hier den breiten Talboden der Sana begrenzen, nur isolierte Schollen bei Krkojevci, Zdena und Husumovci aufliegen und erst von Podbrežje westwärts entlang der Bliha die zusammenhängende Erstreckung des kohlenführenden Binnenlandoligomiozäns Platz greift. Die Südgrenze dieses Hauptabschnittes der Ablagerung überschreitet nur stellenweise in geringem Ausmaß die Bliha; die nördliche Grenze erfährt an der Südseite der Majdanska planina bei Kréi eine starke Einbuchtung, wodurch die Ablagerung eine aus zwei durch einen schmalen Sattel verbundene Ausweitungen bestehende brillenförmige Gestalt bekommt. Die östliche Ausweitung erstreckt sich nordwärts über die Majdanska rijeka hinaus bis Djevar, die westliche reicht bis Modra und Lipnik. Noch weiter westlich liegt auf der Westseite des Gromila-Rückens (523 m) in Japra Majkić eine isolierte Scholle von Binnenlandtertiär, gewissermaßen als Zeuge seiner einstmaligen großen Verbreitung und der in diesem Gebiete seitdem stattgehabten Erosion.

Das herrschende Gestein in der Ablagerung sind Mergel und mergelige Süßwasserkalke, neben welchen sonstige Gesteine nur eine sehr untergeordnete Verbreitung besitzen. Am südwestlichen Rande der Ablagerung, von Naprelje auf eine Strecke Bliha abwärts, treten mit bunten Tönen und sandigen Tegeln alternierende Konglomerate auf, die unter die kohlenführenden Mergel von Fajtovci und Došci

einfallen und somit hier die unterste Schichtenstufe des Binnenlandtertiärs repräsentieren. Sie haben ein anderes Gepräge als die weiter östlich bei Krčić und Katičić in den Lehnen nördlich der Straße entblößten mürben Konglomerate und tonreichen Schotter, mit welchen sie nicht vereinigt werden dürfen. Diese letzteren zeigen nur gelegentlich eine undeutliche Schichtung, die ersteren jedoch eine ausgesprochene Bankung, die durch die Wechsellagerung mit den grauen und roten sandigen Tegeln und Tonen noch deutlicher wird. Sie enthalten hauptsächlich Quarz-, Hornstein-, Phyllit- und Sandsteinbrocken, die Schotter bei Krčić aber viel Serpenterölle und auch ihr sandiger und erdiger Anteil enthält reichlich Serpentinmaterial. Diese Tatsache ist sehr bemerkenswert, weil weder in der engeren, noch in der weiteren Umgebung anstehender Serpentin bekannt ist und die Zufrachtung dieses Materiales überhaupt nicht in der Richtung der heutigen Entwässerung von Westen oder Süden her stattgefunden haben kann. Das nächste große Serpentinorkommen liegt in der 30 km in nordöstlicher Richtung entfernten Kozara planina. Wenn die Schotter von dort stammen sollten, müßte man den einstmaligen Bestand eines Zufrachtungsweges quer über das Omarsko polje und etwa durch die Senke von Rakeličić und Pečić (südöstlich von Prijedor) annehmen zu einer Zeit, als die südnördliche Sanarinne noch nicht bestand. Das kann schon in der älteren Oligozänzeit der Fall gewesen und die damals abgelagerten Serpentin-schotter können infolge der durch die spätmiozänen und postpliozänen tektonischen Vorgänge bewirkten Oberflächenveränderungen wiederholt umgelagert worden sein. Unbedingt gehören die Serpentin-schotter von Krčić nicht der Basis des Tertiärs an, sondern bilden entweder sein hangendstes, dem Oligomiozän diskordant aufruhendes Stockwerk, oder sind altdiluvial, wenngleich ihre Lagerung verschiedentlich geneigt zu sein pflegt. Beachtenswert ist ihre Übereinstimmung mit den Hangend-schottern der Braunkohlenablagerungen des Vrbasgebietes. Jedenfalls sind sie erheblich jünger als die sich konkordant an die Mergelstufe anschließenden Hangend-bildungen, welche in der nordöstlichen Ausbuchtung der Kamengrader Ablagerung bei Djevar und um Brdari südöstlich von Stari Majdan entwickelt sind und aus mürben tonigen Kalksandsteinen und sandigen Tegeln bestehen.

Die, von diesen Liegend- und Hangendbildungen abgesehen, im ganzen Bereiche der Braunkohlenablagerung von Kamengrad-Sanskimost herrschende Mergelstufe besteht aus verschiedenen Mergeln mit Übergängen einerseits in Tegel, anderseits in Süßwasserkalke, welche beide zwar vorzugsweise in der Liegendpartie der Stufe auftreten, jedoch auf sie nicht beschränkt sind. Die bankigen bis dünn-schichtigen Süßwasserkalke sind teils von fast weißer Farbe, feinkörnig, zur schieferigen Absonderung neigend, erfüllt mit Fossilien, wie bei Tomina südöstlich von Sanskimost; teils graugelb oder bräunlich, hart, klingend, splittrig brechend, wie bei Husumovei und Demišovei nordwestlich; teils etwas mergelig wie bei Delići östlich der Stadt oder bei Skucani Vakuf. Wie hieraus ersichtlich, sind sie hauptsächlich im südöstlichen Flügel der Ablagerung verbreitet. Die Tegel hingegen treten überwiegend im westlichen Flügel der Ablagerung auf, wo sie hauptsächlich die liegenden Kohlenbänke begleiten, in deren Nähe sie feinschlickig und lettig zersetzt zu sein pflegen, während sie sonst gewöhnlich mehr oder weniger sandig und infolgedessen fester und besser gebankt sind.

Die bei weitem am meisten verbreiteten Mergel wechseln in ihrer Beschaffenheit zwischen sehr tonigen grobschichtigen und stark kalkigen plattigen Abarten. Die ersteren schließen sich an die Tegel an und überwiegen in der Nähe der Kohlenbänke, pflegen aber nur geringmächtig zu sein; die letzteren sind im entfernteren Hangend und Liegend der Kohle mehr verbreitet und erreichen Mächtigkeiten bis über 200 m. Sie sind stellenweise reich an Pflanzenabdrücken, während die milden Mergel lagenweise erfüllt sind mit tierischen Resten.

Die fossile Fauna der produktiven Mergelstufe der Braunkohlenablagerung von Kamengrad-Sanskimost ist überhaupt mannigfaltig und reich, leider aber ist der Erhaltungszustand der Versteinerungen in der Regel kein günstiger. Umfassende Aufsammlungen dürften jedoch gerade hier ein für die Kenntnis der jungtertiären Süßwasserfauna Bosniens und der Hercegovina wichtiges Material ergeben. Die Süßwasserkalke und Kalkmergel enthalten hauptsächlich *Congerien*, meist mit verkalkten, aber auch in Eisenhydroxyd umgewandelten Schalen (Delići), darunter die von Andrusov (l. c. Tafel XI, Fig. 13 bis 17) als *Cong. cf. dalmatica* Brus. abgebildete Form mit fadenförmigem Kiel,

die aber wohl eher als *Cong. Cvitanovići* Brus. (Katzner⁹⁸) anzusprechen sein dürfte; ferner eine spitzschnabelige, sehr dicke (neue?) Art mit vom scharfen Kiel fast vertikal abfallendem Vorderfelde; dann Formen, die der *Cong. Hörnesi* Brus., *Cong. digitifera* Andr., *Cong. banatica* Hörn., *Cong. bulgarica* Brus. nahestehen, aber erst näher studiert werden müssen. Dazu kommen zahlreiche Schnecken, zumeist *Lithoglyphus*- und *Valvata*-Arten sowie *Fossarulus tricarinatus* Brus. und bei Tomina und Krkojevci häufiger als sonst *Melanopsis arcuata* Brus. Stellenweise tritt *Orygoceras* reichlich auf, besonders bei Zdena und Humci *Oryg. euglyphum* Brus., *Oryg. leptonema* Brus. und *Oryg. curvum* Brus. Diese Schichten enthalten auch gelegentlich Fischreste, zumal Schuppen, und die meisten und besterhaltenen Pflanzenabdrücke. In den milden Mergeln sind *Congerien* weniger häufig und namentlich in der Kohlennähe fehlen sie ganz. Am zahlreichsten sind hier dagegen *Planorben*, glatte *Melanopsis*-Arten und *Melania verbasensis* Neum., darunter eine Varietät mit viel dichter gedrängter Berippung der älteren Umgänge als sie der Typus aufweist.

Die von mir in der Kamengrader Ablagerung aufgesammelten Pflanzenreste sind von H. Engelhardt⁹⁹) bearbeitet worden. Er beschreibt und bildet zumeist ab:

von Humci (Umci):

Pinus hepius Ung., *Myrica hakeaefolia* Ung. sp., *Myr. vindobonensis* Ett. sp., *Myr. Studeri*-Heer, *Quercus lonchitis* Ung., *Castanea Kubinyi* Kov. sp., *Ficus lanceolata* Heer, *Laurus lalages* Ung., *Benzoin antiquum* Heer, *Cinnamomum Scheuchzeri* Heer, *Hakea Gaudini* Heer, *Diospyros brachysepala* Al. Br., *Andromeda protogaea* Ung., *Ilex ambigua* Ung., *Cassia phaseolites* Ung., *Cassia ambigua* Ung., *Leguminosites salicinus* Heer;

von Zurunići:

Pinus Saturni Ung. sp., *Glyptostrobus europaeus* Bgt. sp., *Sequoia Sternbergi* Göpp. sp., *Myrica laevigata* Heer, *Myr. banksiaefolia* Ung., *Cinnamomum retusum* Heer, *Dryandroides*

⁹⁸) Braunkohlenablagerung von Banja Luka, I. c. S. 66 (218) und Tafeln II, III.

⁹⁹) Wissenschaftliche Mitteilungen aus Bosnien und der Hercegovina, IX. Band, 1904, S. 386; XII. Band, 1912, S. 62

linearis Heer, *Sapindus falcifolius* Al. Br., *Rhamnus Rossmässleri* Ung.;

von Modra:

Pteris sp., *Myrica hakeaefolia* Ung., *Myr. bankseaifolia* Ung., *Myr. acuminata* Ung., *Quercus mediterranea* Ung., *Laurus primigenia* Ung., *Cinnamomum Scheuchzeri* Heer, *Cinnam. Rossmässleri* Heer, *Leptomeria* (?), *Hakea bosniaca* Engel., *Persoonia daphnes* Ett., *Pittosporum Fenzlii* Ett., *Zizyphus protolotus* Ung., *Paliurus tenuifolius* Heer (?), *Rhus stygia* Ung., *Rhus juglandogene* Ett., *Dalbergia bella* Heer, *Cassia phaseolites* Ung., *Cass. Zephyri* Ett., *Phaseolites microphyllus* Ett., *Acacia Proserpinae* Ett., *Acac. soltzkiana* Ung. und ein möglicherweise zu *Zizyphus* gehöriges, mit Stacheln versehenes Stengelstück.

Der Gesamtcharakter dieser fossilen Florulen, insbesondere jener von Modra, ist nach Engelhardt ein durchaus oligozäner. Die meisten Anklänge an Miozän weist noch das Verzeichnis von Humci auf.

Die Kohlenführung der Ablagerung von Kamengrad-Sanskimost ist, wie bereits bemerkt wurde, nur im nordwestlichen Abschnitte bedeutend, während sie im südöstlichen Flügel zu fehlen scheint. Wenigstens sind hier außer einem Schmitzchen bei Mašići, östlich von Čaplje, keine Ausbisse bekannt. Es scheint demnach, daß in diesem Ablagerungsteile die Bedingungen für die Flözbildung nicht gegeben waren. Doch dürfte dies nur für den südlichen Teil gelten, während im nördlichen, etwa westlich von Sanskimost, die Flöze unter der Decke des Sanadiluviums austreichen könnten. Im Kamengrader Abschnitte der Ablagerung sind hingegen zahlreiche Flözausbisse vorhanden, die mächtigsten darunter im mittleren Teile zwischen Fajtovci und Husumovci, wo sie hauptsächlich in der Verengerung der Ablagerung zwischen Došći und Suhača, d. i. wesentlich im Gemeindebereiche von Kamengrad donji, konzentriert sind.

Wie zahlreich jedoch die Ausbisse sind, so schwierig ist die Identifizierung der Flöze lediglich auf Grund der, vertikal meist sehr beschränkten, natürlichen Aufschlüsse. Denn die Begleitschichten der Kohle bestehen vorzugsweise aus Süßwassermergeln, die keinen ausreichenden petrographischen und auf Grund der bisherigen Untersuchungen auch noch keinen zuverlässigen paläontologischen Anhalt für ihre

relative Altersbestimmung darbieten, und die von Ausbiß zu Ausbiß wechselnde Mächtigkeit und Gliederung der Flöze erschweren deren zutreffende Zusammenfassung ebenso, wie die besonders in der nördlichen Randpartie der Ablagerung stark gestörten Lagerungsverhältnisse.

Von den zahlreichen lokalen Störungen abgesehen, ist die Lagerung in der westlichen Ausweitung der Ablagerung und auch in der östlichen, wenn man die Partie östlich von Sanskimost mit in Betracht zieht, geschlossen beckenförmig, indem die Schichten von allen Seiten gegen die Mitte zu einfallen; im engen mittleren Verbindungsstücke bei Krčí aber eher rinnenartig mit steilem Nord- und flachem Südflügel, wobei die Einsinkung in das Grundgebirge seichter zu sein scheint, als in den beiden Ausweitungen, besonders in der östlichen, die ihrerseits in der Nordpartie tiefer eingesunken sind, als entlang des Südrandes. (Abb. 80.) Die beiden Ausweitungen der Ablagerung sind vom schmalen Mittelsattel durch Störungen getrennt, an welchen die abgesunkenen Schollen geschleppt sind, wodurch auch das von ihnen weg im Westen westwärts, im Osten ostwärts gerichtete relativ steile Schichteneinfallen und die scheinbar getrennt beckenförmige Lagerung bedingt ist. (Abb. 81.) Aus diesen Verhältnissen ergibt sich, daß im allgemeinen die randnahen Kohlenausbisse älteren, die näher zur Mittelachse gelegenen aber jüngeren Flözen angehören, sowie ferner, daß die Kohlenbänke im Schleppungsbereiche näher aneinandergedrängt, bei flacher Lagerung aber weiter voneinander entfernt erscheinen werden. Im mittleren Teile der Ablagerung sind nebst zahlreichen Schmitzen mindestens 10 stärkere Kohlenbänke vorhanden, die sich, vorläufig allerdings nur ganz generell, in zwei Gruppen zusammenfassen lassen:

- a) Liegendflözgruppe, welcher wahrscheinlich alle Ausbisse entlang der Südgrenze der Ablagerung von Hotiraj bis Skucani Vakuf angehören;
- b) Hangendflözgruppe, bezw. Hauptflözgruppe, zu welcher die Ausbisse bei Zdena, Humci, Husumovci, Zurunići (Suhača), Dugovača, Krčí, Došći, Fajtovci, Rodići, im Modrašnicatale und beim Dorfe Modra zu zählen sind.

Von den Kohlenbänken, welche jede dieser Gruppen enthält, können die sich enger aneinanderschließenden jeweils

in ein Flöz zusammengefaßt, die von mächtigen Zwischenmitteln von einander getrennten aber als gesonderte Flöze betrachtet werden. Konsequent läßt sich die Sache jedoch nicht durchführen, weil nach allen bisherigen Erfahrungen

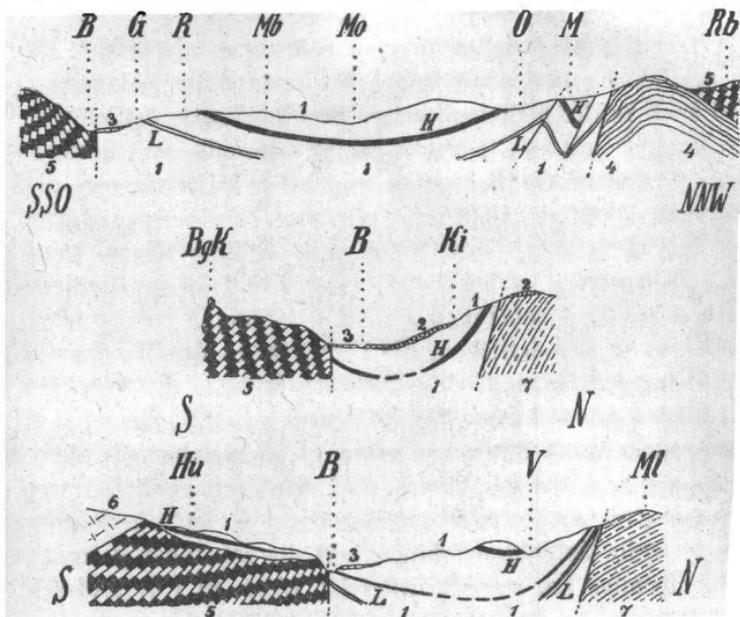


Abb. 80. Drei Profile durch die Braunkohlenablagerung von Kamengrad: oben durch die westliche Ausweitung, unten durch die östliche Ausweitung und in der Mitte durch die halsförmige Verbindung zwischen beiden.

Die durch Buchstaben über den Profilen bezeichneten Örtlichkeiten sind: *B* = Bliatal und Blihaebene; *G* = Gorica; *R* = Rodiči; *Mb* = Martino brdo; *Mo* = Modrašnicatal; *O* = Občine; *M* = Modra; *Rb* = Ravno brdo; *BgK* = Burgruine Kamengrad; *Ki* = Krči; *Hu* = Humei; *V* = Vršovski potok bei Zurunići; *M* = Aufstieg zum Malovan. 1 = Kohleführendes Binnenland-Oligomiozän; *L* = Liegendflözgruppe, *H* = Hangend- oder Hauptflözgruppe. 2 = Hangendschötter und mürbe Konglomerate. 3 = Taldiluvium und Alluvium. 4 = Werfener Schichten. 5 = Dolomit, 6 = Kalksteine der oberen Trias. 7 = Perm. Die Profile sind annähernd 2mal überhöht.

weder die Kohlenbänke noch die Zwischenmittel konstant sind, sondern sich schon auf kurze Distanzen durch Vereinigung vermindern, durch Trennung vermehren, erheblich anschwellen oder wieder ganz auskeilen können, so daß die für einen Aufschluß geltende Flözgliederung für einen anderen gar nicht paßt. Da das Gelände zum großen Teil mit ver-

schwemmen lehmigen Zersetzungsprodukten bedeckt, bebaut und bebuscht ist und auch in Bacheinrissen bei mäßiger Schichtenneigung nur gering mächtige Profile entblößt sind, wurde in den letzten Jahren versucht, durch ausgreifende Schürfungen über die Mächtigkeit und Gliederung der Kohlenführung den für die bergmännische Erschließung notwendigen Aufschluß zu erlangen, was jedoch vorerst nur teilweise gelungen ist. Es wurden zwar neue Belege für die große Veränderlichkeit der Flözentwicklung erbracht, aber ein Anhalt zur sicheren Flözidentifizierung konnte noch nicht gewonnen werden.

Die Ausbisse der Liegendflözgruppe sind im allgemeinen minder mächtig und mehr vertaubt als die Ausbisse der Hangend- oder Hauptflözgruppe, scheinen aber weniger zur Selbstentzündung zu neigen als diese. Im Blihatale bei Hotiraj sind alle in den offenen Profilen ersichtlichen Kohlenbänke von unbedeutender Mächtigkeit und gehören einer unbauwürdigen Partie der Flözreihe an. Nur beispielsweise sei die Schichtenfolge oberhalb der Straßenbrücke östlich von Hotiraj näher dargelegt. Über dünn-schichtigen gelb verwitternden Mergeln folgt ein 32 cm mächtiges, von lichtgrauen milden Mergeln bedecktes Kohlenflözchen, worauf im Bachbette eine Bedeckung eintritt, so daß die talwärts nächstfolgende Entblößung einer etwa 25 m höher gelegenen Schichtenreihe entspricht. Sie umfaßt graue bankige Kalkmergel und zwei Kohlenschmitze von 15 und 22 cm Stärke, die durch eine beiläufig 1 m mächtige Tegelschicht voll zerpreßter *Planorben* und *Limnaeen* voneinander geschieden werden. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß unter der Bedeckung zwischen der Liegendbank und diesen Hangend-Schmitzen auch noch andere Kohlenbänke vorhanden sind. Die Schichten, welche schon vor der Straßenbrücke unter die Alluvien der Flußebene untertauchen, fallen unter 40° nach 5 St. ein und stoßen an dem, die südlichen hohen Lehnen aufbauenden Triasdolomit schräg ab.

Etwas weiter vom Ablagerungsrande entfernt, aber sonst in analoger Lage, kommt bei Gorica südwestlich von Naprelje ein Flöz der Liegendgruppe zutage. Es beißt in der Bachsohle östlich vom Dorfe, nahe des zu den Rodiči-Häusern führenden Weges aus und besteht aus drei, durch kohlige Mergelmittel geschiedenen Kohlenbänken von zusammen fast 2 m Mächtigkeit. Es hat sandige Tegel zum Liegenden

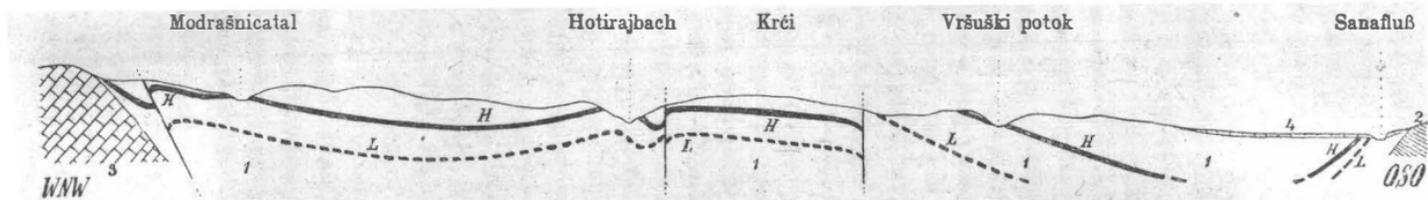


Abb. 81. Schematisches Längsprofil durch die Braunkohlenablagerung von Kamengrad-Sanskimost. Im mittleren Teile bei Krči verläuft das Profil fast streichend. Die Flözgruppen sind nur angedeutet, die Liegendgruppe *L* durch eine unterbrochene, die Hangendgruppe *H* durch eine volle Linie. Zwischen beide schiebt sich in der Natur noch eine Anzahl Schmitze und Kohlenbänke ein.

1 = Binnenlandoligomiozän, zumeist Mergel. 2 = Werfener Schiefer. 3 = Triaskalk und Dolomit. 4 = Quartär der Sanaebene.

und fällt unter geringem Winkel nach Norden ein. Weiter westlich in Skucani Vakuf, im Suhačatale, unterhalb der Čehići-Mühle, ist nahe der Grundgebirgsgrenze ebenfalls ein Flözausbiß vorhanden. Da nördlich dieser Ausbißreihe das Schichtenverflächen ziemlich gleichmäßig nach Norden bis Nordosten gerichtet ist, gehören die in dieser nördlichen Zone vorhandenen Kohlenausbisse, deren Vertikalabstand von den Liegendflözausbissen mindestens 100 m beträgt, jedenfalls der Hangendflözgruppe an.

Sie sind am zahlreichsten bei Fajtovci und im Modrašnicatale, wo sie sich, allerdings teilweise nur durch Erdbrandgesteine angedeutet, ziemlich im Zusammenhange vom serbischen Friedhofe westwärts auf etwa 1.5 km verfolgen lassen. Die größte offene Flözmächtigkeit beträgt fast 4 m, wovon etwa 1 m auf Zwischenmittel kommt. Da das Liegende und Hangende der einzelnen Ausbisse von wechselnder Beschaffenheit und auch die Durchwachsung der Kohlenbänke mit tauben Mitteln ungleich ist, entsprechen die Ausbisse wahrscheinlich verschiedenen Abschnitten der Hangendflözreihe, was auch von den sonstigen Ausbissen der westlichen Ablagerungsausbuchtung gelten dürfte. Oberhalb der Rodići-Häuser ist das Flöz ganz ausgebrannt, in der Modrašnica südlich von Obćine nur durch Schmitze vertreten. Gegen 3 m mächtig und verhältnismäßig rein sind hingegen die Flözausbisse am nordwestlichen Ablagerungsrande bei Modra, im Riede Varošiste bei der Quelle Krečana korito und weiter nördlich am Wege zur Džamija. Das Schichtenverflächen ist hier infolge der randlichen Störungen stark wechselnd (Abb. 80 oben) teils steil nach Süden, teils nach Nordosten gerichtet. Herrschend sind dünn-schichtige, graue, weiß verwitternde Mergel, stellenweise reich an Pflanzenabdrücken, welchen das von milden, tonig zersetzten Mergeln begleitete Flöz eingeschaltet ist.

Ein ähnliches Verhalten zeigen die Flözausbisse im östlichsten Teile der westlichen Ablagerungsausbuchtung bei Došći und im Hotirajtale. Auch hier ist die Lagerung gestört, das Schichteneinfallen unter steilen Winkeln teils nach Südwesten und Nordwesten, teils nach Nordosten gerichtet. Im Bachtale nördlich von Došći beißt im Liegenden dünnplattiger, Pflanzenreste und *Congerien* einschließender, hellgrauer bis weißer Kalkmergel ein Flöz von etwa 1.5 m Mächtigkeit aus, welches nach Südwesten verflächt, während

die Schichten auf der anderen Seite des Baches nach Nordwesten einfallen. Näher beim Dorfe sind noch mehrere mangelhaft entblößte Ausbisse vorhanden, die nach Norden bis Nordwesten verfläichen, zum Teil nur aus Erdbrandprodukten bestehen und nach ihren Begleitschichten verschiedenen Partien der Hauptflözgruppe anzugehören scheinen. Das bleibt jedoch noch zu klären, wie überhaupt die ganze Flözführung der westlichen Ausbuchtung der Braunkohlenablagerung von Kamengrad-Sanskimost erst auf Grund von entsprechenden bergmännischen Erschließungen, die in diesem Ablagerungsteile bisher nicht vorgenommen wurden, zutreffend wird beurteilt werden können.

Östlich des Hotirajbaches sind die mächtigsten Flöz- ausbisse bei Kréi und Zurunići nördlich sowie bei Humci südlich des Blihatales vorhanden. Bei Kréi liegen die Ausbisse auf der Südseite des Rasni vrh an der schmalsten Stelle des Halses zwischen den beiden Ablagerungsausweitungen. An dem hier aus permischen roten Quarzkonglomeraten und Sandsteinen bestehenden Grundgebirge scheint das kohlenführende Oligomiozän abgesunken und geschleppt worden zu sein. An der Formationsgrenze treten tonreiche Schotter auf, die wahrscheinlich diluvial sind. Das talwärts unter ihnen offen liegende Binnenlandtertiär besteht aus verschiedenen Mergeln und milden Tegeln, die zwei Kohlenflöze einschließen, welche durch ein 3·5 m mächtiges Mittel von grauen Tonmergeln von einander getrennt sind. Das Liegendflöz ist über 2·5 m, das Hangendflöz gegen 3 m mächtig, beide sind ziemlich rein und führen eine kompakte Glanzkohle. Die mildereren Begleitmergel der Kohle sind reich an *Planorben* (cf. *Pulici* Brus.) und anderen kleinen Schnecken (*Hydrobia*, *Bythinella*), zerpreßten *Limnaea*n und glatten *Melanopsiden*; die im tieferen Liegenden mächtig entwickelten mergeligen Süßwasserkalke, in welche auch einige Dolinen eingetieft sind, führen hauptsächlich Congerien und Spuren von Algen. Gegen die Bliha zu taucht diese Schichtenreihe unter die oben erwähnten mürben Konglomerate und Serpentin-schotter unter (vgl. Abb. 80, Mitte).

Bei Zurunići und Praštala (Suhača) sind in beiden Tallehnen des Vršuški potok an mehreren Stellen Kohlen- ausbisse vorhanden, die aus den vorhin dargelegten Gründen sicherlich ungleichen Partien der Flözreihe angehören. Der wenig mächtige, steil nach Südosten einfallende Ausbiß im

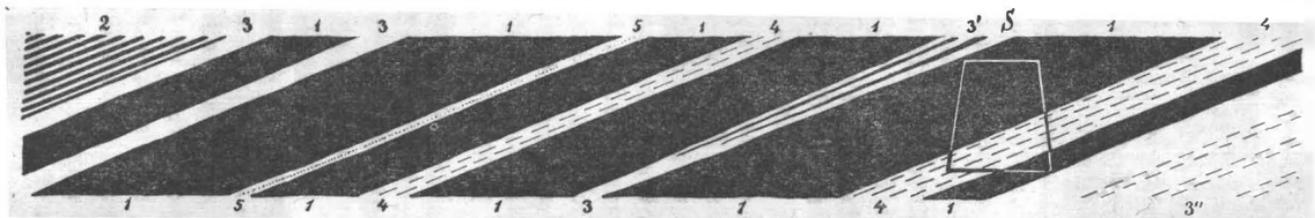


Abb. 82. Durch Querungen im Medže-Stollen erschlossenes Flözprofil.
 1 = Kohle. 2 = Kohlenschiefer. 3 = Süßwassermergel; 3' mit Kohlschmitzen, 3'' mit lettigen Einschichtungen. 4 = Letten. 5 = Sandiger Mergel, bezw. Tegel. S = Stollen, von welchem aus gequert wurde.
 Die Schichten fallen unter 24° nach 7 St. ein. Die stärkste Kohlenbank ist 1.4 m, die schwächste 0.30 m mächtig. Es sind die beiden Liegendbänke des Profiles.

Pleševica-Riede nordöstlich oberhalb der Zurunići-Häuser entspricht jedenfalls einem tieferen Flöze als die Ausbisse östlich und südlich von Zurunići in der Kragulji njiva, beim Vukobrat-Gehöfte und im Medže-Riede, die sich aber wieder ihrerseits nicht alle auf das gleiche Flöz beziehen lassen. Sie sind 2 bis 3 m mächtig und führen zumeist eine schöne Kohle von hochwertigem Aussehen, welche schon vor Jahren Anlaß zur Einleitung von Schürfungen bot. Jedoch erst kürzlich wurde das Flöz mittels eines Stolleneinbaues genauer untersucht, wobei das von Bergdirektor Vorlíček aufgenommene Profil, Abb. 82, durchörtert wurde. In den Talfurchen östlich und südlich sowie in der Blihaebene südöstlich dieses Einbaues wurden Schurfbohrungen vorgenommen, von welchen vier die ebenfalls von Bergdirektor Vorlíček zusammengestellten, hier durch Zusammenziehung nicht konstanter Zwischenmittel etwas vereinfachten Profile (Abb. 83) ergaben. Die Seehöhen der Ansatzpunkte dieser Tiefbohrungen sind nicht sehr verschieden. Das erste Bohrloch (a) ist in der Richtung des Einfallens beckeneinwärts so situiert, daß es das im Medže-Stollen erschlossene Flöz hätte durchsinken sollen. Im Stollen umfaßt der durchörterte Flözteil bei 7·35 m Gesamtmächtigkeit 6 Kohlenbänke von zusammen 5·6 m Mächtigkeit, während auf die tauben Mittel 1·5 m entfällt. Das Bohrloch durchstieß jedoch ein solches Flöz nicht, sondern erreichte in 32·5 m Teufe eine Flözreihe folgender Gliederung: Kohle 1·2 m; Zwischenmittel 6·1 m; Kohle 2·2 m; Zwischenmittel 7 m; Kohle lagenweise Fossilien einschließend, 1 m; Zwischenmittel 8 m; Kohle 1·9 m; Zwischenmittel 0·6 m; schieferige Kohle 2·2 m; Zwischenmittel 10·2 m; schieferige Kohle 2 m. Wenn man auch davon absieht, daß die wahren Mächtigkeiten je nach der Schichtenneigung erheblich geringer sein können als die ausgewiesenen seigeren Mächtigkeiten, so läßt sich doch keine dieser Kohlenbänke mit dem Medže-Flöze in Parallele bringen. Man kann nur annehmen, daß entweder das Bohrloch sich ganz im Liegenden dieses Flözes bewegt oder mit 84·9 m Teufe noch in seinem Hangenden stecken geblieben ist (Abb. 81, L und H) oder aber, daß die Flözgliederung bereits auf eine Distanz von rund 450 m im Einfallen eine völlige Änderung erfährt. Vorläufig ist es aber wahrscheinlich, daß das Bohrloch das Medže-Flöz nicht erreicht hat, weil bei gleichbleibendem Verfläachen dies erst bei zirka 160 m Teufe

hätte der Fall sein können, und daß somit die durchbohrte Flözreihe der Hangendpartie der Hauptflözgruppe angehört.

Eher wäre es möglich, daß das in der Luftlinie gegen 500 m südlich vom Medže-Stollen abgestoßene Bohrloch (Abb. 83, b) das Medže-Flöz durchsunken haben könnte. Das von dieser Bohrung in 37·3 m Teufe erreichte Flöz zeigte folgende Gliederung: Kohle 2·3 m; Zwischenmittel 0·7 m; Kohle 1·4 m; Zwischenmittel 0·6 m; Kohle 1·2 m. Auf 6·2 m durchsunkener Mächtigkeit entfallen 4·9 m Kohle und 1·3 m taube Mittel, was ungefähr dem Verhältnisse im Medže-Stollen entspricht. Trifft diese Gleichstellung zu, dann müssen die mit zwei anderen, in der Blihaebene angesetzten Bohrungen (c und d, Abb. 83) durchsunkene Flöze Hangendpartien der Hauptflözgruppe entsprechen, weshalb sie mit a wenigstens teilweise übereinstimmen sollten. Nun weist aber die Bohrung c, welche die erste Kohlenbank in 25·5 m Teufe anfuhr, die folgende Gliederung der Kohlenführung auf: Kohle 1·2 m; Mergel 0·2 m; Kohle 1·6 m; Zwischenmittel 9 m; Kohle 1·6 m; Zwischenmittel 7·7 m; Kohle 0·8 m; Zwischenmittel 3·7 m; Kohle 2·2 m; Zwischenmittel 8·8 m; Kohle 1·2 m; Zwischenmittel 3·2 m; Kohle 1 m; Zwischenmittel 2·2 m; Kohle 4·3 m; Zwischenmittel 2 m; Kohle 1 m; Zwischenmittel 7 m; Kohle 1·2 m; Zwischenmittel 1·8 m; schieferige Kohle 3 m; Zwischenmittel 6·2 m; Kohle 1·8 m. Von hier (98·7 m Tiefe) ab bis zur Einstellung der Bohrung bei 116·1 m Teufe wurde keine Kohle mehr angetroffen. Das Bohrloch d erreichte die erste Kohle in 87 m Teufe, welches Flöz mit 5·5 m durchsunken wurde, worauf folgten: Zwischenmittel 8·5 m; unreine Kohle 1·2 m; Zwischenmittel 6·8 m; schieferige Kohle 3·5 m; Zwischenmittel 9·5 m; Kohle 1 m; Mergel 0·5 m; Kohle 0·6 m; tiefer abwärts bis zur Einstellung bei 144·5 m Teufe nur mehr Schmitzchen.

Die Unterschiede gegenüber der Bohrung a sind sowohl in der Distanz und Mächtigkeit der Flöze als auch in der Beschaffenheit und Mächtigkeit der Begleitschichten so groß, daß sich eine Parallelisierung selbst mit mäßiger Wahrscheinlichkeit nicht durchführen läßt und kaum etwas anderes übrig bleibt, als anzunehmen, daß die Flözentwicklung so raschen und weitgehenden Änderungen unterliegt, daß, bevor es nicht gelingt, durch ausgreifende bergmännische Aufschlüsse ein sicheres Leitflöz festzulegen, alle Versuche

der Identifizierung einzelner Kohlenbänke unbefriedigend ausfallen müssen.

Das wird auch durch die Ausbisse im Blihatale bei Husumovei und auf dem Plateau bei Humci und bei der Zdenaquelle bestätigt. Im Blihatale sind bei der Munjica-Mühle und weiter westlich nur unbedeutende, höchstens 40 cm starke Kohlenschmitze entblößt, die von plattigem Süßwasserkalk, Mergeln und Tegeln begleitet werden. Bei der Mühle zählt man in einer 5·83 m mächtigen Schichtenreihe nicht weniger als 8 Schmitze von zusammen 1·4 m Mächtigkeit und obwohl die Begleitschichten fossilienreich sind, bieten sie keinen Anhalt zur zuverlässigen Einreihung dieser Ausbisse in einen bestimmten Abschnitt der Hangendflözgruppe, der sie nach der Lagerung — Einfallen unter 34° nach Nordosten — angehören dürften. Die auf der Höhe ausbeißenden Flöze besitzen hingegen Mächtigkeiten von 1 bis 3 m. Obwohl die Decke des Binnenlandoligomiozäns auf dem Triasdolomit sichtlich nur verhältnismäßig geringmächtig ist und die Flöze ganz nahe am Grundgebirge liegen, spricht außer dieser stratigraphischen Position gar nichts dafür, daß sie der Liegendflözgruppe angehören könnten, vielmehr ist es nach dem Flözcharakter, den Begleitschichten und der Fossilienführung (vgl. oben die fossile Flora) höchst wahrscheinlich, daß sie ihre Entstehung einer erst nach der Ablagerung der Liegendflözgruppe erfolgten Erweiterung des Bildungsbeckens verdanken und demnach der Hangendflözgruppe einzureihen sind. In Humci bilden Flözausbisse nahe beim Anwesen des Mile Stupaš die Umrandung einer Doline, die sich im Liegenden der Kohle gebildet hat und in welche das Flöz nachgesackt und schließlich eingebrochen ist⁹⁷⁾; weiter südlich sind beim alten Friedhofe Ausbisse eines teilweise ausgebrannten, aus drei durch mergelige Zwischenmittel getrennten Bänken bestehenden, etwa 3 m mächtigen Flözes vorhanden, welches flach nach Nordosten einfällt. Die gleiche Lagerung besitzt ein etwas über 1 m starkes Flöz, welches knapp am Grundgebirge im Wegeschnitte oberhalb der Zdenaquelle ausbeißt. Da sich auch diese Ausbisse nicht mit anderweitigen Flözaufschlüssen sicher identifizieren lassen, muß man sich vorläufig darauf

⁹⁷⁾ Katzer, Bemerkungen zum Karstphänomen. 2. Unterirdische Dolinenbildung. Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, 57. Band, 1905, Briefliche Mitteilungen, S. 233, sp. 237.

beschränken, zu konstatieren, daß die Braunkohlenablagerung von Kamengrad-Sanskimost eine Anzahl abbaufähiger Flöze enthält, daß jedoch die allem Anscheine nach stark wechselnde Entwicklung der Flöze die Zugutebringung des zweifellos bedeutenden Kohlenvermögens erschweren und beeinträchtigen dürfte.

Die Braunkohle von Kamengrad ist im Durchschnitt von mittlerer Qualität. In der Liegendflözgruppe mehr schieferig, in der Hauptflözgruppe mehr derb, wechselt sie in der Beschaffenheit zwischen schwarzer, kompakter muschelig brechender Glanzkohle und mattem schwarzbraunem Halblignit. Am meisten verbreitet ist derbe Kohle von fast schwarzer Farbe, dunkelbraunem Strich, mäßigem Glanz, vielfach durchzogen von hochglänzenden Schmitzen, ohne aber eigentlichen Schnürkohlencharakter anzunehmen. Es ist eine relativ gasreiche Sandkohle, jedoch ergeben manche Proben einen ziemlich fest gesinterten graphitglänzenden Kokskuchen. Derlei Proben färben kalte Kalilauge nur allmählich schwach braun. Die vom k. k. Generalprobieramt schon im Jahre 1889 ausgeführten Elementaranalysen von offenbar ausgesucht reinen Proben verschiedener Ausbißkohlen weisen einen höheren Heizwert aus, als die technischen Analysen von bei den jüngsten Schürfungen gewonnenen Kohlenmustern ergeben haben.

Elementaranalysen von Braunkohlen der Kamengrader Ablagerung:

	a)	b)	c)	d)
Kohlenstoff	53.62 %	59.80 %	63.30 %	57.15 %
Wasserstoff	3.10 %	3.68 %	4.77 %	3.92 %
Sauerstoff, Stickstoff u. a.	22.53 %	25.72 %	23.28 %	20.38 %
Hygroskopisches Wasser	12.20 %	8.60 %	7.25 %	9.75 %
Asche	8.55 %	2.20 %	1.40 %	8.80 %
Schwefel (wesentlich verbrennlicher) ...	3.03 %	4.58 %	2.14 %	3.35 %
Heizwert, berechnet	4342 Kal.	4984 Kal.	5698 Kal.	5150 Kal.

Die Probe a) entstammt einem Flözchen in der Blihalenne nächst der Munjica-Mühle, b) wahrscheinlich vom Medže-Ausbiß bei Zurunići, c) von Faj tovei, westlich vom

Technische Analysen von Braunkohlenproben aus dem östlichen Teile der Kamengrader Ablagerung.

Herkunft der Kohle	Bestandteile in Gewichtsprozenten					Heizwert in Kalorien
	Hygroskop. Wasser	Asche	Gesamt-schwefel	Verbrennl. Schwefel	Entgasungs-rückstand	
Ausbisskohle des Hangendflözes von Krči	18.33	9.50	3.52	2.28	49.29	4512
Kohle aus dem Medžestollen, u. zw. aus der:						
1.4 m mächtigen Liegendbank	29.32	9.93	3.79	2.42	41.46	3738
1.3 m mächtigen Mittelbank	27.24	10.39	4.53	3.46	42.86	3791
0.6 m mächtigen Hangendbank	26.15	5.64	3.83	2.80	41.00	4289
Kohle aus dem Bohrloch a im Vršovski potok-Tale (vergl. Abb. 83.):						
aus 32.5—33.7 m Teufe	15.59	36.61	3.62	1.29	41.26	2890
aus 58.0—62.7 m Teufe	17.77	24.61	3.83	1.57	48.74	3559
Kohle aus dem Bohrloch b:						
aus 40.3—41.7 m Teufe	20.93	13.57	2.94	1.56	45.57	4267
Kohle aus dem Bohrloch c im Blihatale:						
aus 25.5—28.5 m Teufe	16.42	17.36	4.22	2.16	49.60	4286
aus 70.4—74.7 m Teufe	20.20	15.02	2.57	1.13	47.90	4212

Dorfe und *d*) von Mo dra, anscheinend von der oben gedachten Krečanaquelle.

Nach diesen Analysen scheint die Kohle des westlichen Beckenabschnittes nicht unerheblich besser zu sein, als die Kohle der östlichen Ablagerungsausweitung, was vielleicht damit in Zusammenhang gebracht werden könnte, daß im westlichen Teile tiefere Flöze zum Ausbisse gelangen als im östlichen. Die mit Kohlenproben aus diesem letzteren anläßlich der neuen Schürfungen vorgenommenen technischen Analysen (siehe die vorstehende Tabelle) zeigen, daß der Heizwert hauptsächlich vom Aschengehalt ungünstig beeinflusst wird. Der besonders hohe Aschengehalt der Kohlenproben aus dem Bohrloche im Vršovski potok-Tale (*a* in Abb. 83) läßt vermuten, daß die betreffenden Flöze stark von tauben Mitteln durchwachsen sind und deshalb möglicherweise unbauwürdig sein könnten, zumal solche Flözpartien wahrscheinlich vorzugsweise brandgefährlich sind.

Die Braunkohlenablagerung des Omarsko polje. Rund 25 km nördlich von Sanskimost tritt die Sana aus ihrem nur stellenweise unter 1 km breiten Tale in die weite Ebene aus, die sich entlang der Kozara planina nordwestwärts bis Brežičani, südostwärts bis zu den Höhen von Ivanjska und Piskavica erstreckt. Diese gegen 40 km lange und sich von 10 km Breite im Südosten auf 5 und 3 km im Nordwesten verengernde Ebene, eine der größten Innerbosniens, wird südöstlich von Prijedor als Omarsko polje (Feld von Omarska) bezeichnet. Es gehört zur Gänze dem Einzugsgebiete der Sana an, in welche sich seine Hauptentwässerungsrinne, der Gomjenicafluß, unweit südlich von Prijedor, ergießt. Das ebene Feld wird von mächtigen Quartärablagerungen eingenommen, unter welche vom nordöstlichen Rande her jungtertiäre Binnenlandbildungen untertauchen, während auf der Südwestseite, abgesehen von einer kurzen Strecke bei Prijedor, die Umrandung von älteren Formationen gebildet wird, auf welchen nur vereinzelte Schollen des Jungtertiärs aufliegen.

Entlang der Kozara planina bilden die kohlenführenden Jungtertiärschichten einen durchschnittlich 2 bis 3 km breiten Streifen, der sich von Ferići bei Ivanjska im Südosten bis Kozaruša im Nordwesten auf fast 20 km im Zusammenhange verfolgen läßt. Dann scheint eine Unterbrechung ein-

zutreten, indem im Gebiete von Garevci die Tertiärbildungen von Lehmen bedeckt werden, die am Poljerande wohl dem Diluvium angehören, weiter aufwärts aber eluviale Zersetzungsprodukte älterer Schichten sind, u. zw. anscheinend hauptsächlich eozäner Kalksandsteine und untergeordnet mariner Mediterranmergel, teilweise aber vielleicht auch der bis hierher fortstreichenden Binnenlandbildungen. Bei dem gleichartigen Aussehen aller dieser schwach eisenschüssigen und meistkalkigen Lehme läßt sich indem verwaschenen und fast gänzlich bebauten Gelände ohne nähere, im Felde nicht ausführbare Untersuchung ihr Ursprung nicht feststellen, um so weniger natürlich ohne Zuhilfenahme entsprechender Einbaue ihre gegenseitige Begrenzung auch nur annähernd durchführen. Es scheint indessen, daß die kohlenführende Jungtertiärablagerung des Omarsko polje bei Garevci tatsächlich ihre obertägige Grenze hat, weil die weiter nordwestlich jenseits der Lehmdecke bei Puharska und Jelovac auftauchenden, ebenfalls kohlenführenden Binnenlandbildungen ein anderes Gepräge haben und nach ihrer Lagerung und Fossilienführung zweifellos oligomiozänen Alters sind, während es für die Altersbestimmung des Binnenlandtertiärs im Omarsko polje vorläufig noch an einem sicheren Anhalt gebricht. Bloß nach der Schichtenbeschaffenheit zu urteilen, könnte es jünger als die Jelovac-Kohle sein. Allenfalls lassen es diese Verhältnisse angezeigt erscheinen, die Braunkohlenablagerung des Omarsko polje von jener von Jelovac getrennt zu behandeln.

Auf der Nordseite des Polje steigt das Binnenlandtertiär am Abfall der Kozara planina stellenweise ziemlich hoch hinan, so bei Beriçi und Bistrica bis über 350 m Seehöhe, d. i. 150 m höher als die nächstgelegenen Abschnitte des Poljes. Die Grenze ist meist eine ziemlich scharfe, da das Grundgebirge überwiegend aus eozänen Quarzsandsteinen, tuffitischen Sandsteinen und Kieselgesteinen, im nordwestlichen Abschnitte zum Teile auch aus Eruptivgesteinen, hauptsächlich Gabbro und Serpentin, sowie untergeordnet aus Kreide- und Eozänkalken besteht und häufig gewissermaßen staffelförmig über das Jungtertiär aufragt. Im Osten, bei Ivanjska und Piskavica, liegt das Binnenlandtertiär meist auf der tuffitischen Schichtenreihe, bei Piskavica jedoch stellenweise auch auf Triasdolomit. Bedeckt wird es von Zersetzungslehmen und Kieselschottern die eine Umgrenzung

erschweren. Auf dem östlichen Grundgebirge hat sich bei Taraševac im oberen Dragočajgebiete, 3 km südwestlich der Station Mišinhän, eine kohleführende isolierte Scholle erhalten, welche gewissermassen die Verbindung zwischen den Kohlenablagerungen des Omarsko polje und von Banja Luka herstellt. Das flach nach NO. einfallende Flöz beißt in den sogenannten Jazevske jame unterhalb der Josipovići-Häuser aus. Es ist 2·5 m mächtig, aber stark vertaubt, weshalb eine kürzlich darauf unternommene Schürfung bald eingestellt wurde.

Westlich von Prijedor treten in dem Geländerücken zwischen der Sanaebene und dem Ljubiatale, zwischen den Dörfern Hambarine und Bišćani, Letten, sandige Tegel und Sandsteine auf, die an einigen Stellen deutlich geschichtet sind und mit geringer Neigung nach Nordosten unter die diluvialen Schotter der Sanaebene einfallen, demnach den Gegenflügel der von der Kozara planina nach Südwesten verflächenden Jungtertiärschichten des Omarsko polje zu bilden scheinen. Sie haben Werfener Schiefer zur Unterlage, die im südlichen Teile von Hambarine und im Ljubiatale anstehen. Bei Bišćani kommen an der Basis des Tertiärs grobe Sandsteine vor, worüber graublaue sandige Tegel und zu oberst grauweiße, gelb verwitternde Letten folgen, welche hauptsächlich auf dem Rücken zwischen Bišćani und Rakovčani verbreitet sind und in einigen kleinen Gruben für Töpfereizwecke und als Mauerfarbe gewonnen werden. Kohlenausbisse sind mir hier zwar nirgends bekanntgeworden, jedoch ist es von Interesse, daß E. v. Mojsisovics (Grundlinien etc., S. 90) bei seinem Besuche der Gegend im Jahre 1879 von einem angeblichen Kohlenvorkommen im Ljubiatale hörte.

Auch das Jungtertiär des Nordrandes des Omarsko polje besteht hauptsächlich aus meist wenig festen, vielfach eisen-schüssigen Sandsteinen, die namentlich im östlichen Ablagerungsteile öfters in Konglomerate übergehen, sowie aus sandigen Tegeln und lettigen Schichten, welchen die Kohlenflöze eingeschaltet sind. Die Beschaffenheit der Schichten ist der Fossilienführung nicht günstig. Außer *Cypris*-Schalen, zerpreßten Zweischalern (*Unio?*) und verkohlten Pflanzen-fetzen sind bis nun keine Versteinerungen aus der Ablagerung bekannt.

Die Kohlenführung des Omarsko polje scheint bedeutend zu sein; so ist nach der Reihe von Ausbissen zu urteilen, die sich in den verschiedenen, von der Kozara herabkommenden, Gräben von Balte Jaruge (südöstlich von Kozarac) bis Ferići auf einer streichenden Erstreckung von fast 10 km Länge aneinander reihen. Dieser Umstand, zusammen mit der günstigen Lage unweit der das ganze Omarsko polje durchziehenden normalspurigen Eisenbahn, bot schon kurz nach der Okkupation Anlaß zu ziemlich umfassenden Schürfungen. In der Poljeebene blieben sie ohne Erfolg, angeblich wegen Nichtvorhandenseins von Kohle, möglicherweise aber deshalb,

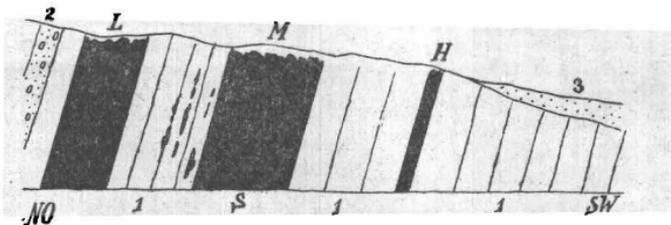


Abb. 84. Profil der Flözgruppe im Einschnitte des Dukići-Baches in Omarska.

1 = Sandige Tegel und Letten. 2 = Mürber Sandstein.
3 = Verschwemmter Schutt und Lehm.

Infolge der Schleppung und Überschiebung am nördlichen Randbruche des Omarsko polje ist die scheinbare Hangendkohlenbank *L* des Profiles in Wirklichkeit die Liegendbank, *M* die Mittelbank; *H* die Hangendbank. *L* ist 1.7 m, *M* 2.8 m und *H* 0.4 m mächtig. Bei *S* befand sich seinerzeit ein Schurfstollen.

weil die Bohrungen früher eingestellt wurden, ehe sie die bauwürdigen Flöze erreichen konnten. (Vgl. Abb. 85.) Am Poljerande sollen jedoch durch stollen- und schachtmäßige Einbaue Kohlenmächtigkeiten zwischen 14 und 24 m ermittelt worden sein. In den gegenwärtig zugänglichen natürlichen Aufschlüssen sind einzelne Flöze von so beträchtlicher reiner Kohlenmächtigkeit nirgends entblößt, wohl aber Gruppen von Kohlenbänken, die durch mehr oder minder starke taube Mittel voneinander getrennt, zusammen immerhin ansehnliche Mächtigkeiten besitzen. Als Beispiel sei das Profil im Dukići-Bache nordöstlich von Omarska angeführt, welches sich in der linken Grabenwand so darstellt, wie es die Abb. 84 veranschaulicht. Von 10.7 m Profilmächtigkeit entfallen auf Kohle 4.9 m, auf die Zwischenmittel 5.8 m,

welches Verhältnis sich im festen Anstehenden günstiger gestalten dürfte, weil das lettige Mittel zwischen den beiden mächtigen Kohlenbänken eine Menge Kohlenbrocken einschließt, die möglicherweise von einer Verruschelung zwischenlagernder Kohlenschmitze herrühren. Das Liegende des Profiles wird von mürbem, eisenschüssigem, tonigem Sandstein und lehmig zersetztem, sandigem Tegel gebildet, unter welchem in kaum 50 m Entfernung von der Liegendbank bereits das Grundgebirge ansteht. Das Hangende bilden hellgraue sandige Letten, die vielleicht noch weitere Kohlenbänke einschließen. Das Schichteneinfallen ist am Ausbisse sehr steil gegen das Grundgebirge gerichtet, was wohl auf eine Schleppung, für welche es hier überall Anzeichen gibt,

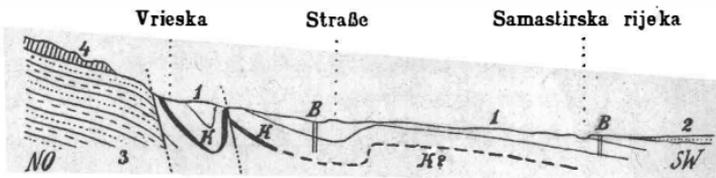


Abb. 85. Profil durch den Nordrand des Omarsko polje. 1 = Binnenlandoligomiozän. *K* = Sicher vorhandenes, *K?* vermutlich unter der Poljeebene fortsetzendes Kohlenflöz. *B* = Unfündige Schurfbohrungen. 2 = Quartär der Gomjenicaebene. 3 = Eozäne Sandsteine und Kieselgesteine. 4 = Eozänkalk.

zurückzuführen ist. Vor einigen Jahren eingeleitete neue Schürfungen haben auch keine so bedeutenden Kohlenmächtigkeiten wie die vorangegebenen, aber doch solche von 6 bis 10 m konstatiert und es bleibt die Möglichkeit offen, daß stellenweise noch größere, wirkliche oder durch Zusammenstauchungen verursachte Anschwellungen stattfinden, die jedoch nach der Veränderlichkeit der Ausbisse zu urteilen, ein erhebliches streichendes Anhalten nicht besitzen dürften. Leider hat die geringe Qualität der Kohle bis jetzt keinen Anreiz zu ausgreifenden, diese Frage endgültig klarstellenden Schürfungen geboten.

Flözausbisse sind in den meisten vom Kozaragehänge herabkommenden Bächen vorhanden, so namentlich im Einschnitte des Vrieska-Baches und zweier seiner Quellbäche westlich unter der Gradinakuppe (379 m) in Balte Jaruge, und südlich der Gradina im Radiča potok, in der Nähe des Mršić-Gehöftes sowie im nächst östlichen Seitengraben; ferner bei Jakupovići in der Samastirska rijeka

und in ihrem östlichen Zuflusse, genannt Grubara jaruga; weiter südöstlich im Lamovički potok und in dem bereits erwähnten Dukići-Bache sowie bei Predeviçi in beiden Quellbächen des Nikiće-Grabens und im Mamići-Bache; ferner im Tale der Crljenača westlich der Zrnići-Häuser und im Bistrica-Bache in Feriçi. Auch in den dazwischen gelegenen Gräben können durch Auswaschungen oder Gehängerutschungen überall Flöze entblößt werden. Trotz ihrer Menge ermöglichen aber die Ausbisse infolge der leichten Zersetzbarkeit und schüttigen Beschaffenheit der Begleitschichten der Kohle nur selten eine sichere Beurteilung der Flözentwicklung und der Lagerungsverhältnisse. Im allgemeinen ist das Einfallen zwar vom Rande des Binnenlandes tertiärs am Kozaragehänge nach Süden gerichtet, näher gegen die Poljeebene macht sich jedoch häufig auch steiles entgegengesetztes Verfläachen geltend, was wohl durch Stauchungen und Überschiebungen bewirkt ist. (Vgl. Abb. 85.) Da sich diese longitudinalen Störungen mit Querverschiebungen kombinieren, sind die Lagerungsverhältnisse der kohlenführenden Ablagerung am Nordrande des Omarsko polje jedenfalls nicht so einfach, wie es nach dem weithin ziemlich gleichmäßig anhaltenden Streichen der Flözausbisse den Anschein hat und ganz ungewiß ist die Produktivität der Poljeebene, wo Aufschlüsse vollständig fehlen. Mit Rücksicht auf das Auftauchen des Tertiärs am südlichen und nordwestlichen Poljerande hat indessen die Annahme, daß das Tertiär unter der quartären Poljenauebung hindurchzieht und wenigstens zum Teile flözführend ist, manches für sich.

Die Kohle des Omarsko polje ist Lignit mit ausgesprochener Holzstruktur, zum Teile eigentlich nur schwach fossilisiertes Holz. Im östlichen Teile der Ablagerung ist die Qualität der Kohle im allgemeinen besser als im westlichen und in schwächeren Bänken besser als in den mächtigen Flözen. In diesen ist die frische Kohle gewöhnlich von lichtbrauner Farbe, glanzlos, holzflaserig, in dünne Blätter oder Späne spaltbar. Sie läßt sich leicht anzünden und brennt wie harziges Holz. Am oxydierten Ausbiß pflegt jedoch auch dieser leichte Lignit dunkelbraun bis schwarz und glänzend zu sein. In schwächeren Flözbänken ist die Kohle in der Regel durchgängig dunkel gefärbt, kompakter, scheinartig oder klotzig brechend. Demgemäß ist auch die Zusammensetzung

und der Heizwert der Kohle sehr verschieden, wie die folgenden technischen Analysen zeigen:

Hygroskopisches	a)	b)	c)	d)
Wasser	22·40 %	28·70 %	25·10 %	49·01 %
Asche	12·78 %	17·10 %	16·64 %	8·56 %
Gesamtschwefel	3·27 %	3·95 %	3·18 %	2·69 %
Verbrennlicher				
Schwefel	0·84 %	0·98 %	1·24 %	0·07 %
Heizwert (kalori-				
metrisch bestimmt)	3245 Kal.	2880 Kal.	2906 Kal.	1863 Kal.

Von diesen Kohlenproben, bei welchen der Heizwert ersichtlich am meisten vom Wassergehalt beeinflusst wird und von welchen die ersten drei anscheinend in höherem Grade lufttrocken waren als die letzte, die wohl grubenfeucht gewesen sein dürfte, stammt *a)* aus dem Mamići-Graben bei Predeviçi, *b)* aus der mächtigen Kohlenbank des Profiles Abb. 84 in der Dukića jaruga, *c)* aus dem Grubara-Graben, *d)* aus dem Radića potok.

Die gelegentlich der ersten Schürfungen in den 80er Jahren vorgenommenen Untersuchungen des Lignites führten meist zu günstigeren Resultaten. So ergaben zwei Proben:

Hygroskop. Wasser	13·3%	11·20%
Asche	11·8%	3·15%
Heizwert	3838 Kal.	4329 Kal.

Das sich nordwestlich an den Flözzug des Omarsko polje anreihende **Braunkohlenvorkommen von Jelovac** nördlich von Prijedor bildet seiner stratigraphischen Stellung und seiner Entwicklung nach lediglich eine abgetrennte Scholle der Kohlenbildungen des Hügellandes zwischen Sana und Una, mag aber mit Rücksicht auf den oben erwähnten immerhin möglichen Zusammenhang mit der Ablagerung im Omarsko polje bereits hier kurz besprochen werden.

Am Aufstiege vom Rande der Sanaebene zur Kozara planina und zum Jelovacsattel ist das Binnenlandtertiär in den tieferen Gehängepartien ähnlich beschaffen wie im Omarsko polje. Es besteht etwa bis Gornji Garevei und Puharska aus mürben Sandsteinen, Tegeln und Letten, welche zumeist mit mächtigem Verwitterungslehm bedeckt sind. Näher zum Jelovacsattel kommen unter diesen Gesteinen lichte Mergel und plattige Süßwasserkalke hervor, welche sich nordwärts bis jenseits des Sattels in das

Poharinatal bei Jelovac gornji und in die Hügellandschaft um Hajdarovci, wiewohl nicht im ununterbrochenen Zusammenhange, erstrecken. Sie haben Serpentin und Eozänsandstein zum Grundgebirge und tauchen ihrerseits im Norden unter marine Mediterranbildungen unter, welche sie auch auf der Gajić-Kuppe (T. P. 303 m) südlich des Jelovacstatts bedecken. (Vgl. Abb. 86.) Dadurch ist das Alter des Binnenlandtertiärs als vormittelmiozän sichergestellt, ein Verhältnis, welches seiner Wichtigkeit für die vergleichsweise Altersbestimmung der übrigen kohlenführenden Jungtertiärablagerungen des Landes wegen weiter unten besonders vom paläontologischen Standpunkte noch näher erörtert werden wird.

Im Jelovacebiete, bei Veliko Palančište und bei Hajdarovci, besteht das Binnenlandligomiozän vorzugsweise

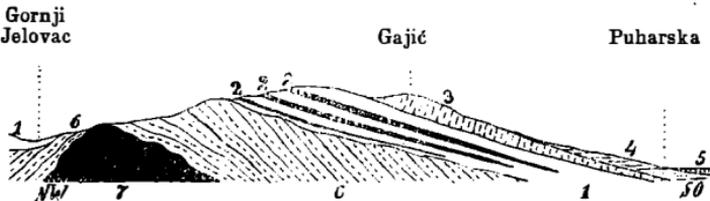


Abb. 86. Profil des Jelovacstatts (der Deutlichkeit wegen zweimal überhöht).

- 1 = Binnenlandligomiozän. 2 = Kohlenflöze. 3 = Marines Mediterran. 4 = Zersetztes Sarmatikum (?). 5 = Quartär der Prijedorer Ebene. 6 = Eozänsandstein. 7 = Serpentin.

aus hellgelben oder weißlichen Mergeln und dünnplattigen mergeligen Süßwasserkalken, zu welchen sich untergeordnet milde Tonmergel und feinsandige graue Tegel gesellen. Die Mergel und Süßwasserkalke wechsellagern zwar unregelmäßig miteinander, immerhin sind die letzteren mehr im Liegenden; die Mergel mehr im Hangenden der Kohle entwickelt, wobei jedoch die Fossilienführung des ganzen Komplexes ziemlich gleich bleibt. Sie umfaßt hauptsächlich Congerien, darunter die charakteristischen Arten: *Cong. Cvitanovići* und *Cong. bosniaca* m., *Pisidien* und *Cypris*-Schalen, verhältnismäßig häufig auch Fischreste, wogegen Schnecken selten sind. Lagenweise sind Pflanzenreste in guter Erhaltung vorhanden. Von H. Engelhardt wurden bestimmt: ⁹⁸⁾ *Pinus Saturnis* Ung., *Glyptostrobus europaeus* Bgt. sp., *Persoonia laurinoidea*

⁹⁸⁾ Wissenschaftliche Mitteilungen aus Bosnien und der Hercegovina. IX. Band, 1904, S. 387.

Engl., wozu ferner kommen *Myrica banksiaefolia* Ung., *Laurus stenophylla* Ett., *Myrsine* cf. *eucalyptoides* Ett. u. a. Die Fundstellen sind erst noch gründlicher auszubeuten.

Die Kohlenführung der Ablagerung von Jelovac besteht dort, wo sie am besten aufgeschlossen ist, nämlich nächst der Straße unweit des Forsthauses von Palančište, wo seinerzeit ein Schurfstollen bestand, aus drei Kohlenbänken. (Vgl. Abb. 86.) Die liegende ist etwa 30 cm, die mittlere 1 m und die hangende über 2 m mächtig und alle drei sind voneinander durch rund 5 m mächtige Mittel getrennt, die überwiegend sandig-lettig sind, blähen und zu Rutschungen neigen, wodurch im Bereiche der kohlenführenden Schichtenreihe wiederholte Umlegungen der Straße notwendig wurden. Bei einer dieser Umlegungen sollen im Letten zwischen der Kohle *Mastodon*?-Knochen gefunden worden sein. Die Rutschungen beeinträchtigen die Klarheit der Aufschlüsse, doch ist es sicher, daß die Flözmächtigkeit starken Schwankungen unterliegt und meist erheblich unter der an der Schurfstelle beobachteten bleibt.

Andere Ausbisse von ebenfalls sehr wechselnder Mächtigkeit befinden sich nordöstlich des Gajíc in einigen von den Bächen auf der Westseite des Poharino brdo und in den südwärts gegen Veliko Palančište ziehenden Gräben sowie östlich von diesem Dorfe. Die meisten wurden vor Jahren beschürft, aber anscheinend durchwegs ohne befriedigenden Erfolg. Während das Schichteneinfallen in Jelovac und weiter östlich mit mäßiger Neigung nach Südosten bis Süden gerichtet ist, wendet es sich bei Hajdarovci nach Norden, so daß die generelle Lagerung, von den zahlreichen lokalen Störungen abgesehen, einer flachen Antiklinale entspricht. (Abb. 86.)

Die Kohle von Jelovac ist überwiegend leichter Lignit von hellbrauner Farbe, die aber an den Ausbissen oft dunkelbraun bis fast schwarz wird, wobei sich zugleich der Glanz der Kohle zu erhöhen pflegt; jedoch kommen auch im frischen Lignit derbe, schwarzglänzende Schlieren vor, die an der Luft nicht so leicht brockig zerfallen wie der leichte Lignit. Eine lufttrockene Probe dieses letzteren (vom Jelovacsattel) ergab:

Hygroskopisches Wasser	27.11 %
Asche	16.35 %
Heizwert	2668 Kal.

8. Die Braunkohlenablagerungen zwischen Sana und Una.

In dem von der Sana im Süden und von der Una im Westen und Norden umschlossenen Hügelland, welches westlich des Jelovacsattels bis Bosn. Novi lediglich die geologische Fortsetzung der Kozara planina ist und mit analogem Aufbau auch über die Una gegen Bešlinac nach Kroatien weiter fortstreicht, ist sowohl auf der Sanaseite als auch auf der Unaseite kohlenführendes Binnenlandtertiär verbreitet.

Eine zum Sanalaufe parallele, mehr als 20 km lange, an beiden Enden gegen 5 km breite, in der Mitte bis auf 400 m verengerte zusammenhängende Erstreckung zieht von den Serpentin- und Sandsteinhöhen westlich des Jelovacsattels bis fast zu Una und weiter nördlich schließt sich an sie eine Anzahl isolierter Schollen an. Von der zusammenhängenden Zone bildet der östliche Abschnitt von Vragalovo bis Marini die Wasserscheide zwischen Sana und Una und wird nach beiden Seiten entwässert; der schmale mittlere Teil von Marini bis zum Pošta brdo (447 m) gehört dem Einzugsgebiete der Sana, und der westliche Abschnitt sowie alle nördlich gelegenen isolierten Schollen jenem der Una an.

Die Entwicklung des flözführenden Jungtertiärs in diesem ganzen Gebiete ist einheitlich, da die Abtrennung der isolierten Schollen, zu welchen, wie oben erwähnt, auch die Ablagerung von Jelovac gehört, lediglich durch Abtragung bewirkt ist und alle diese Bildungen in einem ausgedehnten gemeinsamen Becken entstanden sind. Die Entwicklungsverschiedenheiten, wie sehr sie sich namentlich in der Kohlenführung bemerkbar machen, sind doch nur lokaler Natur, bewirkt durch die Verschiedenheiten der Sedimentationsbedingungen in seichteren und tieferen, ruhigen und Strömungen ausgesetzten Beckenabschnitten.

Von ausschlaggebender Wichtigkeit für die Altersfeststellung des kohlenführenden Binnenlandtertiärs ist der Umstand, daß es auf weiten Strecken: im Süden von Dragotinja bis Svodna, im Westen in Žuljevica und Cerovica, im Norden in Strigova und Doberljin, von marinen Meditterranbildungen bedeckt wird. Die Auflagerung ist mehr oder weniger deutlich diskordant und die marinen Bildungen beginnen zumeist mit sandig-schotterigen oder sandig-tegeligen, seltener mit mergeligen Schichten, die fast

überall Versteinerungen einschließen, welche eine Identifizierung mit dem Mediterran des Wiener Beckens ermöglichen. Die darunter liegenden kohlenführenden Binnenlandablagerungen pflegen ebenfalls eine allerdings mehr individuenals artenreiche Fauna zu enthalten, deren Alter dadurch mit aller Sicherheit als mindestens altmiozän bestimmt ist. (Vgl. Seite 71.) Es bedarf keines Hervorhebens, wiewichtig dieser Umstand für die Altersgleichstellung jener nicht von marinen Miozänschichten bedeckten Binnenlandablagerungen Bosniens und der Hercegovina ist, in welchen die gleichen Versteinerungen auftreten.

Unter diesen ist als wahres Leitfossil *Congeria bosniaca* m. besonders bezeichnend, ferner *Congeria Cvitanovići* m. und die sich ihr zunächst anschließenden Arten sowie flache mytiliforme Congerien aus der Verwandtschaft der *Cong. Basteroti* Desh. Wichtig ist auch die weite Verbreitung von *Melanien*, die als Vorgängerinnen der *Mel. Escheri* Mer. zu betrachten sind, darunter eine große, wahrscheinlich neue Art, ausgezeichnet durch ungemein kräftige Spiralleisten und durch etwa 6 breite, flache, öfters nur am Rande der Suturfläche durch niedrige Knoten angedeutete, auf die letzten Umgänge beschränkte Querrippen; ferner *Mel. verbasensis* und *Mel. Pilari* Neum.; weiter das reichliche Vorkommen von *Fossarulus pullus* Brus., begleitet von *Melanopsis tenuiplicata* Neum., bauchigen *Limnaeen* (ex aff. *L. subovatus* Hartm.) und großen dickschaligen *Unioniden*.

Die bisher nur teilweise ausgebeutete fossile Flora findet sich hauptsächlich in den Congerien führenden Mergeln und umfaßt anscheinend zumeist langlebige Arten, die zum Teile bereits im Eozän vorkommen und bis ins Pliozän hinaufgehen, aber vorzugsweise im Oligozän und Miozän verbreitet sind. H. Engelhardt hat kürzlich⁹⁹⁾ eine kleine Aufsammlung bearbeitet, welche enthält: von einem Fundorte auf der Südseite der Kriva glava am Abstieg gegen Derviši: *Myrica lignitum* Ung. sp., *Myr. laevigata* Heer, *Pisonia eocaenica* Ett., *Cinnamomum lanceolatum* Ung. sp., *Myrsine doryphora* Ung., *Sapotacites minor* Ung. sp., *Rhus prisca* Ett., *Carpolithes capsularis* Engelh., *Poacites* sp., ferner von der Kirche von Marini: *Banksia haeringiana* Ett., *Pitiosporum Fenzlii* Ett., *Aralia venulosa* Sap. (bezw. *Araliophyllum*

⁹⁹⁾ Zur Kenntnis der Tertiärflora Nordwestbosniens. Wissenschaftliche Mitteilungen, XIII. Band, 1916, S. 177, Tafel VI.

bosniacum Engelh.), *Callistemophyllum melaleucaeforme* Ett. und ein unbestimmbares Zweigstück; vom Šičarev gaj eine vielleicht zu *Cinnamomum* gehörige Blütenknospe. Dazu kommen aus einer weiteren Aufsammlung von Žuljevica, die einige von den genannten Arten ebenfalls enthält, noch hinzu: *Juncus retractus* Heer, *Phragmites oeningensis* A. Br., *Pinus Saturni* Ung. sp., *Glyptostrobus europaeus* Bgt. sp., *Eucalyptus oceanica* Ung.

Engelhardt betont, daß der Gesamtcharakter der Flora an die unteroligozäne von Häring in Tirol erinnert und daß das Vorherrschen tropischer Arten sowie das Auftreten einer *Aralia*, die bis jetzt nur aus dem Eozän bekannt war, jedenfalls mehr für oligozänes als für miozänes Alter spricht.

Für die obere Altersbegrenzung des kohlenführenden Binnenlandtertiärs ist natürlich die Fauna der marinen Deckenschichten entscheidend und diese schließt sich, um es vorweg festzustellen, unverkennbar der Fauna der ersten Mediterranstufe des Wiener Beckens an. Einen guten Einblick in die Verhältnisse bietet das im Einschnitte des Lug potok, eines kleinen Seitenbaches des Cerovički potok, nördlich von Mazići, offenliegende Profil (vgl. Abb. 92, 93). Hier führen die sanft nordwärts geneigten, aus blaugrauen Tonmergeln und etwas sandigen Tegeln bestehenden, öfters Brocken und Gereibsel von aus dem unterlagernden Binnenlandtertiär stammender Kohle einschließenden marinen Schichten, über welchen weiter aufwärts Leithakalk folgt, eine Unmenge von Cerithien, neben welchen die sonstige Fauna ärmlich erscheint. Sie ergab bis nun die folgenden (zumeist von Dr. Krumpholz bestimmten) Arten:

Ostrea sp., *Arca* cf. *cardiiformis* Bast., *Venus* sp., *Neaera cuspidata* Oliv., *Turritella turris* Bast., *Turr. subangulata* Brocc., *Turr. bicarinata* Eichw., *Cerithium (Granulolabium) inaequinodosum* Schff., *Cerith. (Granulolab.) plicatum* Brug. var., *Tiarapirenella bicincta* Sacc. (*Cerith. pictum* Bast.)? *Chenopus pes pelecani* Phil., *Rostellaria dentata* Grat., *Buccinum (Dorsanum) Haueri* Micht. var. *scalata* Schff., *Pleurotoma asperulata* Lam., *Pleurot. Schreibersi* Hörn., *Pleurot. Jouanneti* Dcsm.

Ähnlich liegen die Verhältnisse überall, wo die kohlenführenden Binnenlandbildungen von marinem Tertiär bedeckt werden, wenn auch die marine Fauna je nach der faciiellen Ausbildung der Schichten einige Verschiedenheiten

aufweist. Dadurch ist bei dem räumlichen Zusammenhang und der Einheitlichkeit der Entwicklung der kohleführenden Binnenlandbildungen mit voller Sicherheit festgestellt, daß ihre obere Grenze in das Altmiozän hinauf und demnach ihr Beginn mehr oder weniger tief in das Oligozän hinabreicht.

Die ausgedehnte zusammenhängende südliche Erstreckung des Binnenlandoligomiozäns gliedert sich durch die Verengung in Svodna in zwei Abschnitte. Der östliche umfaßt die Umgebungen von Jutrogošta, Vragolovo, Ahmetovci und Svodna; der westliche wesentlich das Gebiet der Gemeinden Lješljani, Žuljevica und Cerovica. Die nördlich vorgelagerten, zur Gänze dem Einzugsgebiete der Una angehörigen isolierten Partien des Binnenlandoligomiozäns sind kohlenführend hauptsächlich im Ortsbereiche von Prusci und Vodičevo. In dieser Reihenfolge soll nun auf die einzelnen Ablagerungsteile näher eingegangen werden.

Die Braunkohlenablagerung von Jutrogošta-Svodna

liegt im Norden und Osten zumeist auf Eozänsandsteinen, im Südosten in der Vranić planina und auf der Westseite des Okrut brdo auf Serpentin, während sie im Süden von Dragotinja bis zur Verengung in Nasredini, wie der mittlere Dorfteil von Svodna genannt wird, von marinem Mediterran bedeckt und begrenzt ist. Von Osten, wo sie über 4 km Breite besitzt, sich westwärts bis auf 400 m verengernd, nimmt sie eine Fläche von ungefähr 15 km² ein. Das herrschende Gestein sind überwiegend hellgelbe, zum Teile aber auch dunkelgraue oder braune, bald mehr, bald weniger tonige, die oben genannten Fossilien, namentlich Congerien und Pflanzenreste führende Mergel, welchen Süßwasserkalk untergeordnet sind. Die Kohlenflöze werden in der Regel von Letten begleitet, wobei sich als ziemlich allgemein gültig ergeben hat, daß, wo dies der Fall ist, die Kohlenbänke mächtiger, aber unreiner zu sein pflegen als dort, wo sie unmittelbar von Mergeln oder Süßwasserkalken eingeschlossen werden. Die Lagerung ist im ausgeweiteten östlichsten Abschnitte zwar etwas mehr beckenförmig, im großen ganzen aber doch einseitig nach Süden geneigt. (Abb. 87, 88.) Unter der marinen Bedeckung, unter welche das kohlenführende Oligomiozän im Süden untertaucht, kann es indessen nicht weit anhalten, weil die höchstens 3 km breite Mediterranzone

an ihrem Südrande überall unmittelbar dem Grundgebirge aufrucht und eine Zwischenschaltung der Binnenlandbildungen hier nirgends mehr vorhanden ist. Das transgredierende marine Mediterran besteht in der Liegendpartie aus einer Wechselfolge vom sandigen und schotterigen Schichten mit Mergeln und Tegeln, welche an der Oberfläche in Lehm zersetzt zu sein pflegen, der häufig von den losen Schottergeröllen überstreut ist. Die Hangendstufe bildet Leithakalk, welcher weiter westlich zumeist unmittelbar auf dem Grundgebirge lagert und hier das ganze Mediterran repräsentiert, während im Osten der petrographischen auch eine paläontologische Zweiteilung entspricht, indem die Fauna der sandig-tegeligen Liegendschichten gegenüber jener des darüber liegenden Leithakalkes einen älteren, etwa der Fauna der Loibersdorfer Sande entsprechenden Einschlag besitzt.

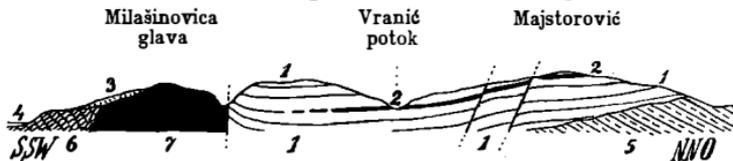


Abb. 87. Profil durch die Braunkohlenablagerung von Vragolovo-Jutrogošta.

- 1 = Binnenlandoligomiozän, zumeist Mergel. 2 = Kohlenflöz.
 3 = Marine tonige Schotter und Sande (I. Mediterranstufe).
 4 = Quartär der Sanaebene. 5 = Eozänsandstein. 6 = Triasdolomit. 7 = Serpentin.

Die Kohlenführung des Ablagerungsabschnittes von Jutrogošta-Svodna dürfte, nach den zahlreichen Ausbissen zu urteilen, durchgängig sein, jedoch ist ihre lokale Entwicklung zwar recht verschieden.

Die östlichsten Ausbisse befinden sich im Ortsbereiche von Jutrogošta und Vragolovo unweit des Randes der Ablagerung, wo sie in dem welligen Gelände zwischen dem südwärts der Sana zuströmenden Vragolovača-Flüßchen und dem nordwärts zum Puharica-Bache rinnenden Crkvine potok einen 1.6 km langen, teilweise allerdings nur durch Erdbrandgesteine angedeuteten Zug bilden. An einigen Stellen wurden die Ausbisse beschürft, hauptsächlich im Medjuvodje-Bache, welcher sich von Westen in die Vragolovača ergießt, und inden von dort zum Kammwege von Jutrogošta ansteigenden Lehnen. Es scheint sich nur um ein einziges Flöz zu handeln, welches sich bei unter wechselnden Winkeln nach Süden bis Südwesten gerichtetem Einfallen staffelförmig

nordwärts aushebt. (Abb. 87.) Von kohligem Schiefertone durchwachsen und von blähenden Letten eingeschlossen, erfährt es stellenweise durch Anschwellungen der tauben Mittel beträchtliche scheinbare Mächtigkeitszunahmen. Im Norden, wo es sichtlich ungestört lagert, wie beispielsweise beim Hause des Krämers Majstorović, welches auf Kohle steht, beträgt die ganze Mächtigkeit kaum 1 m, wovon auf die stärkste Kohlenbank rund 40 cm entfallen, während der Rest gebändert und zur Hälfte vertaubt ist. Weiter südlich, am Fuße einer durch feste Süßwasserkalke bewirkten Terrainstafel ist es nur etwa 60 cm mächtig, aber ziemlich rein. Im besagten Medjuvodje-Einriß hingegen hat es eine Mächtigkeit von fast 3 m, wovon aber mehr als die Hälfte auf taube Mittel entfällt. An einer Stelle besteht das Flöz gar nur aus in schwarzen Letten eingekneteten Kohlenstücken, was offenbar durcheine Gleitung und Zusammenstauchung der blähenden Letten bewirkt ist. Das Liegende des Flözes wird wie am Jelovacsattel zunächst von dünnplattig uneben spaltbaren, sandigen, grauen oder braunen, bituminösen Mergeln und sinterigen Süßwasserkalken gebildet, die stellenweise eine Menge zerpreßter *Planorben* und *Limnaeen*, zuweilen auch *Cypris*-Schalen und Pflanzenfetzen enthalten, ferner von gelbgrauen oder blaugrauen Mergeln, die durch Anwitterung gelblichweiß oder chokoladefarbig werden und nicht sehr zahlreiche Fossilien führen, darunter hauptsächlich eine kleine dünnschalige spitzschnabelige *Congeria* mit gewölbtem Kiel, der *Cong. Budmani* Brus. nahestehend, ferner *Melanopsis tenuipli-cata* Neum., *Fossarulus pullus* Brus., gelegentlich Fischschuppen und verkohlte Pflanzenspreu. Das Hangende des Flözes besteht aus Mergeln, darunter auch dichten, zähen, muschelartig brechen-den Abarten, die fast das Aussehen von Hornstein haben und meist reich an großen *Limnaeen* und *Planorben* sind.

Die Kohle ist nur in einzelnen Schmitzen eine derbe, fast schwarze mattglänzende Braunkohle, sonst aber von unansehnlicher schnürlkohlenartiger oder halblignitischer Beschaffenheit, durch Verwitterung aufblättern-d oder brockig zerfallend. Die Partialanalyse einer Probe vom zweiten obgedachten Schurfe ergab:

Hygroskopisches Wasser	.....	15·65 %
Asche	.....	11·20 %
Gesamtschwefel	.....	8·50 %
Heizwert nach Berthier	.....	3910 Kal.

Westlich von Jutrogošta sind unbedeutende Kohlenausbisse zunächst auf der Westseite des aus zähen, klingenden, muschelig brechenden, bräunlichgrauen mergeligen Congerrien-Süßwasserkalken aufgebauten Luplo brdo in der Nähe des Lješević-Gehöftes und im Razvale-Bache vorhanden. Das flach nach Süden einfallende Flöz ist etwa 1.5 m mächtig, aber stark vertaubt, die Kohle schieferig und sehr schwefelreich. In der Nähe entspringt eine Schwefelquelle.

Mächtiger ist die Kohlenführung weiter westlich im Talgebiete des Pljušek-Baches, namentlich in dem Kukulić oder Kukulište genannten östlichen Seitengraben, südwestlich von der Kirche von Marini. (Abb. 88.) Dieses Gelände ist reich an Wiesengründen und heißt deshalb auch Marinski sjenokosi. Einige hundert Schritte von der

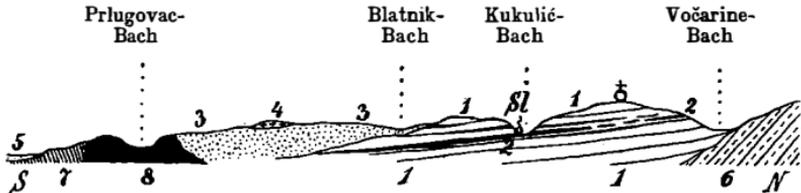


Abb. 88. Profil durch die Braunkohlenablagerung von Marinski sjenokosi und ihr nördliches Vorland bis zur Sanaebene.

1 = Binnenlandoligomiozän, vorzugsweise Mergel und Süßwasserkalke.
 2 = Kohlenflöze. 3 = Marines, überwiegend tonig-schotteriges Miozän, wesentlich I. Mediterranstufe. 4 = Leithakalk. 5 = Quartär der Sanaebene. 6 = Eozänsandstein. 7 = Werfener Schiefer. 8 = Serpentin.
 Sl = Schwefelquellen.

Einmündung in den Pljušek aufwärts liegt die Kohle in der Sohle des Kukulić-Einrisses auf eine Strecke offen und auch in der südlichen Tallehne von den Zgonjanigehöften bis oberhalb des Čalića bunar kommt Kohle wiederholt zutage. Diese gehört nach der Lagerung und den Begleitschichten einem hangenderen Flözteil an als die erstere, welche in der Talsohle von grauen, lettig zersetzten Schiefnern durchzogen ist und von dunkelgräuem, braun verwitterndem, zum Teil körnigem oder sandigem Süßwasserkalk überlagert wird, welcher lagenweise erfüllt ist mit *Fossarulus pullus* Brus. und den oben erwähnten bis 12 cm langen und 8.5 cm hohen *Unionen*. Die weiter aufwärts folgenden Schichten sind verdeckt bis zur oberen Kohlenbank, die von grauen Tonmergeln eingeschlossen wird, worüber dann schwarzgraue, bituminöse, chokoladefarbig verwitternde Mergelkalke fol-

gen, welche neben Congerien aus der Verwandtschaft der *Cong. Cvitanovići* und *Cong. Basteroti* hauptsächlich die obgedachte große *Melania* sowie seltener *Planorben* und verkohlte Pflanzenspreu enthalten. Das höhere Hangende wird von lichten plattigen, teils milden, teils splitterigen Mergeln gebildet, die häufig Congerien und Blattabdrücke einschließen. Aus diesen Schichten entspringen am Südufer des Baches unweit voneinander zwei Schwefelquellen, (Slatina), von welchen eine in ein kleines Becken geleitet ist, welches als Heilbad benützt wird. (Abb. 88.) In dem ganzen Gebiete der Braunkohlenablagerungen zwischen Sana und Una sind Schwefelquellen, die alle auf die gleiche Ursache der Reduktion von Sulfaten durch Bitumen zurückzuführen sein dürften, überhaupt sehr zahlreich.

Dieses Kohlenvorkommen wurde vor einiger Zeit beschürft, wobei sich ergab, daß die Hangendkohlenbank über 1·5 m mächtig ist und eine derbe Braunkohle von schwarzbrauner Farbe, mäßigem Glanz und pechkohlenartigem Aussehen führt, während die Kohle der Liegendbank mehr schieferig und minder ansehnlich ist. Technische Analysen zweier Proben der Kohle, entnommen der Hangendbank in Schurföchern auf Marinski sjenokosi, hatten das folgende Ergebnis:

	a)	b)
Hygroskopisches Wasser	14·11 %	12·03 %
Asche	14·96 %	14·83 %
Verbrennlicher Schwefel	10·48 %	12·79 %
Gesamtschwefel	10·48 %	13·08 %
Heizwert	4288 Kal.	4372 Kal.

Von der Kohle berichtete Herr Bergdirctor Vorlíček, daß sie backend sei, bei der Verbrennung fast flüssig werde und einen Kuchen bilde, aus welchem, wenn die Abkühlungskruste durchstochen wird, Gase auspuffen, die auf den in der Analyse ausgewiesenen hohen Schwefelgehalt nicht schließen lassen.

Westlich des Pljušektales (genannt auch Erdiçi rijeka) bei Nasredini kommt Kohle fast in allen Bacheinrissen zutage, so insbesondere in dem vom Pljušek nur durch einen schmalen Rücken getrennten Urvine potok und in dem diesem nächst benachbarten Vilenica-Bache, ferner im Kraguljevac und im eigentlichen Svodna-Bache, mit welchen sich alle genannten Wasserrinnen schließlich vereinigen. Die natürlichen Ausbisse sind sehr verschieden, bestätigen aber

Das steile Verfläachen des Binnenlandoligomiozäns ist entlang der von Devetaci nach Süden vorspringenden Grundgebirgsgrenze von Nasredini bis zum Vilenicabache eine allgemeine Erscheinung. Erst weiter östlich ist das gencrell auch nach Süden oder Südwesten gerichtete Schichteneinfallen flacher. Im Urvine potok beträgt es durchschnittlich 20°. Hier wurde ein ansehnlicher Ausbiß, bestehend ebenfalls aus einer größeren Anzahl von Kohlenbänken und Schmitzen, vor einiger Zeit mittels eines Stollens beschürft, welcher das ganze Flöz vom Hangenden zum Liegenden durchhörterte. Es zeigte das folgende, von Bergdirektor Vorlíček aufgenommene Profil:

Das Hangende besteht aus plattigen und schieferigen, Mergelkalken mit Kohlen- und Kohlenschieferschmitzen nach unten in sandigen Süßwasserkalk übergehend, worauf folgt (die Mächtigkeiten in Zentimetern):

130 Kohle, 5 Mergel, 35 Kohle, 5 Letten, 35 Kohle ;

25 Kohlenschiefer, 70 Letten, 20 Kohle, 30 Letten, 20 Kohle, 60 Letten, 90 Kohle ;

390 sandiger Süßwasserkalk, 170 blaugrauer Letten, 30 Kohle, 140 blaugrauer Letten, 30 Kohle, 10 Letten, 20 Kohle, 145 grauer sandiger Tegel, 30 Kohle, 140 blaugrauer Letten, 30 Kohle, 10 Letten, 10 Kohle, 15 blauer Letten, 25 Kohlenschiefer, 40 Kohle, 15 Letten, 15 Kohle, 100 Schieferton mit Kohlenschmitzen, 20 Kohle, 195 sandiger Tegel, 80 blauer Letten, 55 Süßwasserkalk, worauf vor Ort als liegendstes angefahrenes Schichtenglied noch blaugraue schwefelkiesreiche Tegel folgten.

Es wurden somit gewissermaßen in drei, durch stärkere taube Mittel getrennten Abteilungen 16 Kohlenbänke und Schmitze durchhörtert, deren Gesamtmächtigkeit 5·55 *m* beträgt, während auf die tauben Zwischenmittel, zuzüglich des Kohlenschiefers 16·85 *m*, also reichlich dreimal mehr entfällt. Dieses Verhältnis ist zwar annähernd das gleiche wie im Kraguljevac, nur daß hier, wo die Kohlenbänke in Letten, Tegeln oder milden Mergeln liegen, Mächtigkeiten über 20 *cm* allgemein sind, wogegen eine 20 *cm* starke Kohlenbank im Kraguljevac, wo Süßwasserkalke und spröde Mergel herrschen, eine Ausnahme ist. Während infolgedessen im Kraguljevac von einer Abbauwürdigkeit des Flöztes keine Rede sein kann, wäre im Urvinetale zumindest die 130 *cm* starke

Firstenbank mit ihren beiden Sohlenbänken (70 *cm*) abbau-
fähig, vielleicht auch, trotz der flachen Lagerung, noch die
90 *cm* mächtige Mittelbank und nur die Liegendbänke und
Schmitze dürften für eine Gewinnung nicht mehr in Frage
kommen. Da die Flözausbildung, wie sie im Urvinetale besteht,
abgesehen von lokalen Störungen, ohne große Änderungen
westwärts über den Vilenicabach und ostwärts bis gegen das
Luplo brdo auf fast 3 *km* im Streichen anhält, so ist hier ein
ziemlich ansehnliches Kohlenfeld vorhanden, welches gewiß
ein zur Fristung eines mittleren Bergbaues ausreichendes
Kohlenvermögen einschließt, allein wegen der von der Eisen-
bahn 6 bis 7 *km* entfernten Lage und der wenig günstigen
örtlichen Verhältnisse, ferner wegen der zu gewärtigenden
Abbauschwierigkeiten und des im Durchschnitt zu hohen
Schwefelgehaltes der Kohle vorläufig keinen Anreiz zur
bergmännischen Erschließung bietet.

Die Qualität der teilweise schieferigen und halb-
lignitischen, meist jedoch dichten Braunkohle von schwarz-
brauner bis samt schwarzer Farbe, ziemlich lebhaftem Glanz
und flach muscheligen Bruch, die kalte Kalilauge sofort
braun färbt und absolut nicht backend ist, erhellt aus den
folgenden technischen Analysen verschiedener Proben aus
dem Urvinegraben, u. zw.: *a*) und *b*) aus der 130 *cm*
mächtigen Firstenbank, *c*) aus der 90 *cm* starken Mittel-
bank, *d*) aus der 40 *cm* starken Liegendbank, und *e*) eines
groben Durchschnittsmusters aus allen Kohlen-
bänken.

Den höchsten Heizwert besitzt hiernach zwar die Kohle der
Liegendbank, was jedoch sichtlich dem Umstande zuzu-
schreiben ist, daß die betreffende Probe trockener war als die
übrigen. Relativ am hochwertigsten ist jedenfalls die Kohle
der Mittelbank, die auch das schönste Aussehen hat. Die
Analysen dürften der ungefähren Durchschnittsqualität
der Braunkohlen der ganzen Ablagerung von Jutro-
gošta-Svodna entsprechen, wenn auch einzelne Kohlen-
proben 5000 Kal. übersteigende Heizwerte ergeben haben,
wie z. B. eine Kohle von Ahmetovci (*f*), entnommen noch vor
Einleitung der Schürfungen einem Ausbisse unweit des
Cvijić-Gehöftes, oder eine tief schwarze, glänzende Kohle mit
partieller Holzstruktur aus einer kleinen Scholle im soge-
nannten Šičarev gaj (*g*), deren Untersuchung die umstehend
ebenfalls angeführten Ergebnisse hatte.

	a)	b)	c)	d)
	in Prozenten			
Hygroskopisches Wasser..	18·73	18·10	19·47	14·98
Asche.....	12·80	9·66	7·90	11·89
Verbrennlicher Schwefel ..	7·37	8·08	3·48	3·91
Gesamtschwefel	7·45	8·18	3·79	4·49
Entgasungsrückstand.....	47·42	46·54	45·10	48·46
	in Kalorien			
Heizwert	4157	4188	4590	4765
	c)	f)	g)	
	in Prozenten			
Hygroskopisches Wasser.....	18·06	13·73	15·70	
Asche.....	11·29	11·30	5·31	
Verbrennlicher Schwefel.....	5·18	9·825	0·636	
Gesamtschwefel	5·50	10·495	0·877	
Entgasungsrückstand.....	47·48	—	46·50	
	in Kalorien			
Heizwert	4396	5266	5394	

Hinsichtlich des Aschen- und Schwefelgehaltes repräsentieren die beiden letzten Kohlenproben wohl Extreme, deren ersterem die Durchschnittskohle namentlich der mächtigeren, abbaufähigen Kohlenbänke jedoch zweifellos erheblich näher steht als dem zweiten. Immerhin ist es von Interesse, daß in der Ablagerung auch eine so hochwertige Braunkohle wie im Šićarev gaj ausnahmsweise gefunden werden kann.

Der sich von der Verengerung in Svodna-Nasredini westwärts zur Una ausbreitende Abschnitt des Binnenland-oligomiozäns senkt sich vom Serpentinkamme des Pošta brdo und der Kriva glava sanft nach Norden zum Tale des Strižna-Baches herab. Bei Rakovac, nördlich von der Ruine Dervišgrad, erfährt er eine Einschnürung dadurch, daß im Tale des Carigrad-Baches eozäne Sandsteine bis nahe zur Serpentin-grenze hinaufreichen, so daß hier das Binnenlandtertiär nur eine 700 m breite Brücke zwischen beiden bildet. Östlich dieser Einschnürung weitet sich die Ablagerung des kohlen-führenden Oligomiozäns über Lješljani und Devetaci, westlich davon über Žuljevica und Cerovica aus und kann daher zusammenfassend als **Braunkohlenablagerung von Lješljani-Cerovica** bezeichnet werden. Bei Devetaci besitzt sie eine Breite von 2·5 km, bei Cerovica aber von 5 km und ihre Gesamtfläche umfaßt ungefähr 15 km². Im Süden liegt sie

überwiegend auf tuffitischem Sandstein, im Norden ausschließlich auf Eozänsandstein; im Westen wird sie von den oben erwähnten marinen Mediterranbildungen bedeckt und begrenzt. Sie selbst besteht zum allergrößten Teile aus Mergeln und Süßwasserkalken, teilweise aber auch aus Schiefertonen und Letten, welche letztere Entwicklung hier ebenfalls die kohlenreichere ist, insbesondere in dem zum Strižnatale abdachenden Gelände von Lješljani und Devetaci. (Vgl. Abb. 90.)

In diesem Abschnitte der Ablagerung, in welchem in dem Rücken zwischen den tiefen Taleinschnitten des Oberlaufes der Strižna (auch Devetaci-Bach genannt) und des Carigrad potok, unterhalb der Vujanovići Häusergruppe des Dorfes Lješljanj seit einigen Jahren ein Kohlenbergbau betrieben wird, welcher mit der Eisenbahnstation Doberljn durch eine 8 km lange Drahtseilbahn verbunden ist, stellt sich die zwar nirgends in einem zusammenhängenden Profile übersehbare, aber aus den verschiedenen Aufschlüssen in den beiderseitigen Gehängen (Lubarno oder Lubardino brdo, Grabik und Nagoni) kombinierbare Schichtenfolge wie folgt dar:

Die tiefsten am Tage zugänglichen, im Norden an dem von wenig ausgedehnten Serpentin- und Diabasstöcken durchsetzten, aus tuffitischen Sandsteinen bestehenden Grundgebirge abstoßenden Schichten sind dunkelgrüngraue, in schalige Brocken zerfallende, teils dichte, teils sandig-glimmerige Schiefertone, welchen in der Hangendpartie einige Bänke plattiger Kalksandsteine eingeschichtet zu sein pflegen, worüber weiter aufwärts blaugraue, am Ausbiß meist in bräunliche Letten verwitterte Schiefertone liegen, über welchen das aus mehreren Bänken bestehende Kohlenflöz folgt. Dieses wird weiter unten näher besprochen. Sein Hangendes besteht in der Regel zunächst aus Tegeln und Schiefertonen, worauf im höheren Hangenden die normalen leichten dünn-schichtigen Congeriemergel folgen, die in der südlichen Erstreckung der Ablagerung allgemein herrschen. (Abb. 90).

Auf dieser Schichtenreihe liegt auf dem Kämme beim Dorfe Lješljani mübes toniges Konglomerat und lehmiger Schotter, von welcher transgredierenden Decke es zwar nicht sicher, aber auch nicht unwahrscheinlich ist, daß sie den Basalbildungen des marinen Mediterrans angehört und zeitlich den marinen Sanden und Schottern von Dragotinja und Ahmetovci entspricht. Sie reicht bis zum Friedhofe von

Lješljani, wo unter ihr lichtfarbige, Congerien und Pflanzenreste führende plattige Süßwassermergel hervorkommen, welche sodann bis zum Pošto brdo anhalten. In der Nähe der Lazarovičhäuser werden sie abermals vor einer Konglomerat- und Schotterscholle bedeckt, und in der Lehne gegen den Maršalski potok (östlicher Ursprungsbach des Carigrad potok) enthalten sie eine mächtige Einlagerung von graugelbem körnigem Süßwasserkalk von massigem Gepräge, der in Rakovac als Baumaterial benützt wird. Er ist lagenweise erfüllt mit Steinkernen von Congerien aus der Verwandtschaft der *Cong. subcarinata* Desh., außer welchen darin etwas häufiger nur noch kleine *Melanopsiden* vorkommen.

Im Norden bei Lješljani und Devetaci, wo die kohlenreiche tonige Schichtenreihe mächtig entwickelt ist, bildet sie zwar das Liegende der Kalk- und Mergelreihe, die aber sonst in der ganzen Ablagerung dem Grundgebirge unmittelbar aufliegt und zweifellos zum großen Teil eine mit der tonigen Reihe gleichzeitige Bildung ist. Wahrscheinlich nimmt die tonige Entwicklung vom Strižnatale südwärts an Mächtigkeit ab und wird allmählich von der kalkigen Entwicklung verdrängt. (Vgl. Abb. 90.) Das ist wichtig, weil dann auch das Flöz von Lješljani und Devetaci in südlicher Richtung kein weites gleichbleibendes Anhalten besitzen dürfte. Dieser Umstand, zusammen mit den Störungen, von welchen gerade die kohlenreichste Partie des Oligomiozäns mitbetroffen ist, und zusammen mit den ungünstigen Abbauverhältnissen, welche durch die blähende Beschaffenheit der tauben Mittel und durch die schwierige Wasserhaltung bedingt sind, ist der Hauptgrund, weshalb das Kohlenwerk Lješljani leider nicht hoffnungsfroh in die Zukunft blicken kann.

Die Lagerung des Binnenlandoligomiozäns im Ablagerungsteile von Lješljani—Devetaci—Rakovac ist im allgemeinen beckenförmig (Abb. 90), indem die Schichten vom Südrande nach Norden, vom Nordrande nach Süden einfallen. Dieses letztere Verflächen hält jedoch länger an, nämlich am Tage bis südlich von den Lazareviči-Gehöften, d. i. fast 2 km vom nördlichen Rande der Ablagerung entfernt, während der nordwärts einfallende südliche Muldenflügel nur etwa 700 m breit ist. Hingegen ist dieser viel weniger gestört als der Nordflügel, welcher besonders entlang des Strižnatales, das selbst den beiden Hauptbruchrichtungen: der südnördlichen und der südostnordwestlichen entspricht,

von erheblichen Verwerfungen durchsetzt wird. An Störungen dieser Systeme, von welchen das süd-nördliche das jüngere zu sein scheint, ist das Grundgebirge über das Binnenlandoligomiozän überschoben, steil aufgerichtet und zusammengestaucht; auch sind auf diese Störungen die starke Zerklüftung des überwiegend tuffitischen Grundgebirges, die stellenweise vorhandenen Vererzungen (Eisen, Mangan) sowie ein Diabasaufbruch und der Austritt einer Gas- und Schwefelquelle (Slatina) im Strižnatale zurückzuführen (Abb. 90). Die durch den Bergbau angefahrenen Verwerfungen bilden mit den Randüberschiebungen ein wechselsinniges System, durch welches die flözführende Schichtenreihe unregelmäßig staffelförmig in die Tiefe verworfen wird.

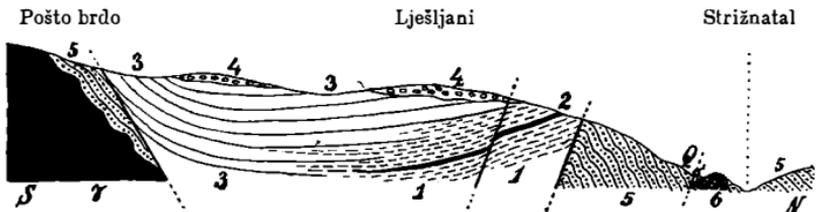


Abb. 90. Profil durch die Braunkohlenablagerung von Lješljani. (Der Klarheit wegen etwa doppelt überhöht und etwas schematisiert.)
 1, 2, 3 Binnenlandoligomiozän, u. zw.: 1 = Tonige kohlenführende Schichtenreihe; 2 = Kohlenflöze; 3 = Mergel und Süßwasserkalke; 4 = Schotterdecke, vielleicht zerrüttetes Mediterran; 5 = Tuffitische Schichtenreihe (Kreide, Eozän?); 6 = Diabas; 7 = Serpentin; Q = Mineralquelle.

Die Kohlenführung ist im Rücken von Lješljani (Lubarno brdo und Glavica), eben dort, wo der Bergbau eröffnet wurde, am meisten konzentriert und umfaßt hier, abgesehen von einigen Schmitzen, ein durchschnittlich 6 bis 8 m mächtiges Bauflöz, dessen Gliederung sowohl hinsichtlich der Anzahl als auch namentlich der Mächtigkeit der einzelnen Kohlenbänke erheblich variiert. Das gewissermaßen normale Flözprofil wird durch die Abb. 91 veranschaulicht. Es zeigt vier Kohlenbänke deren Zwischenmittel von einem Tongestein gebildet werden, welches bei zum Teile recht verschiedenem Aussehen in den wesentlichen mineralogischen Eigenschaften einer echten Walkerde (Fullererde) gleichkommt, während die technologische Verwendbarkeit schwankend und insbesondere die Farbstoffabsorptionsfähigkeit durch einen höheren Eisengehalt vermindert zu

werden scheint, worüber jedoch weitere praktische Versuche erforderlich sind. Zwischen den beiden Hangendkohlenbänken ist dieses Walkerdemittel ungefähr 60 cm mächtig, von schwefelgelber, stellenweise weißgefleckter Farbe, von feinkörnigem Gefüge, rau und trocken anzufühlen, trotz der Weichheit muschelartig brechend, stark an der Zunge haftend. Diese gleichmäßige Tonmasse, die sich weiß brennt und sehr schwerschmilzt, wird stellenweise von unregelmäßigen weißen, schuppigkörnigen, kaolinreichen Lagen und Nestern durchzogen, anderwärts von verkohlten Pflanzenresten, namentlich Stengeln, Grashalmen u. dgl. durchsetzt. Im Wasser quillt die Walkerde sehr stark auf und zerfällt zu einem voluminösen Brei. Ganz gleich verhält sich das etwa 30 cm starke Mittel im Hangenden der Hauptkohlenbank, welches lichter gelb oder hellgrau gefärbt ist, beim Austrocknen leichter in schalig-muschelige Brocken zerfällt und ebenfalls verkohlte Pflanzenreste, hauptsächlich *Poacites* einschließt. Das zirka 90 cm mächtige Walkerdezwischenmittel zwischen der Mittel- und der Liegendkohlenbank ist überwiegend von grün-grauer oder olivengrüner, auch bräunlicher Farbe, auf Klüftchen von Eisenockerausscheidungen durchzogen, dicht, milde und fettig anzufühlen, im Wasser durch starkes Aufquellen und kleinschuppiges Abblättern zu gelblichgrauem Brei zerfallend. Vor d. L. brennt sich diese Walkerde lichtgrau bis weiß und schmilzt schließlich zu weißem Email.

Es ist bemerkenswert, daß nur die Zwischenmittel zwischen den einzelnen Kohlenbänken Walkerdecharakter besitzen, während Hangend und Liegend des ganzen Flözes anders beschaffen sind. Das Hangende besteht zunächst in einer Mächtigkeit von 2 bis 2.5 m aus grüngrauem, sandigem Tegel mit unregelmäßig linsenförmigen Einschlüssen von dichtem taubengrauem bis dunkel grüngrauem Schieferton, dessen Spaltflächen oft weiß punktiert erscheinen, durch eine Menge höchstens 0.5 mm langer und 0.3 mm breiter, elliptischer an der Oberfläche rauher und nicht verzierter Kalkschälchen, die wahrscheinlich irgend welchen *Ostracoden* angehören, obwohl manche an *Prodissoconchen* erinnern. Darüber pflügt eine 1.5 bis 2 m starke Bank von feinkörnigem, rostgelbem bis braunem, zuweilen etwas glimmerigem Quarz- und Feldspatsandstein mit meist reichlichem tonigeisenschüssigem Bindemittel zu liegen, worauf weiter aufwärts zunächst bräunliche, bituminöse, milde Tonmergel und im höheren

Hangenden mit ansehnlicher Mächtigkeit lichtgelbe plattige Congerienmergel folgen.

Das unmittelbare Liegende des Flözes wird von mehreren Meter mächtigen, blaugrauen oder grüngrauen, zuweilen

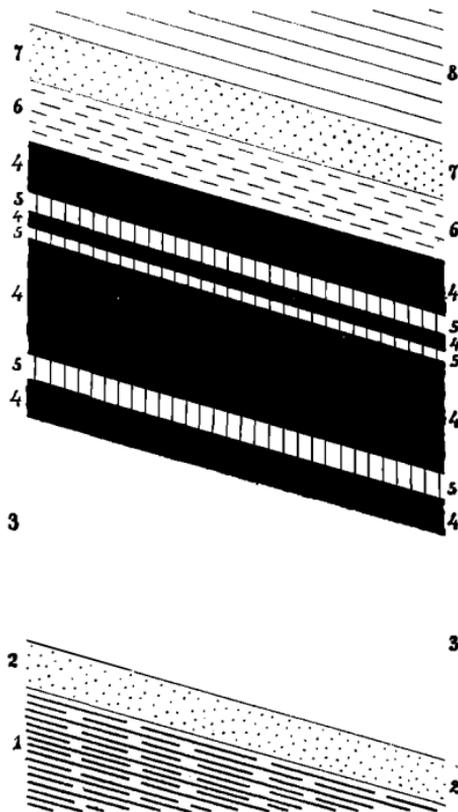


Abb. 91. Profil der flözführenden Schichtenreihe im Grubenreviere von Lješljani. 1 = Dunkle Schiefertone. 2 = Kalksandstein. 3 = Graue und gebänderte Schiefertone und Letten. 4 = Kohle. 5 = Walkerde. 6 = Tegel mit Schiefertonesteinern. 7 = Eisenschüssiger Quarz- und Feldspatsandstein. 8. = Mergel.

Das Schichteneinfallen ist nach Süden gerichtet. Nähere Erläuterung im Text.

gebänderten, gelbgrau verwitternden, im trockenen Zustande harten, im Wasser allmählich zu einer schlüpferigen plastischen Masse aufweichenden Schiefertonen gebildet, welche lagen-

weise mit einem kohligen Häutchen überzogene Dicotyledonen-Blattabdrücke einschließen, darunter *Quercus*, *Banksia*, *Acer*, *Sterculia*, die sich aber leider wegen der Kurzbrüchigkeit des Gesteines meist nur in Bruchstücken gewinnen lassen. Im weiteren Liegenden folgen vorerst einige Kalksandsteinplatten, dann, mit ihnen zum Teil wechselagernd, die dunkelgrüngrauen Schiefertone, welcher oben als Liegendstes der Ablagerung von Lješljani bereits gedacht wurde.

Von den vier Kohlenbänken des Normalprofiles ist die obere der beiden Hangendbänke 1 bis 2 m, die untere 0.5 m mächtig. Die Mittel- oder Hauptkohlenbank variiert in der Mächtigkeit zwischen 0.8 und 3 m, wobei im allgemeinen die Mächtigkeit in südlicher Richtung, also im Einfallen, auf Kosten der Reinheit des Flözes zunimmt; insbesondere stellen sich in der Liegendpartie gern einige taube Schiefereinslagerungen ein. Die Liegendbank ist durchschnittlich 1 m mächtig. Sie führt unreine Kohle, bezw. von Glanzkohlen-schmitzen durchzogenen Kohlenschiefer und ist nicht bauwürdig. In den anderen Kohlenbänken, deren abbaufähige Mächtigkeit im Mittel auf zusammen 4 m geschätzt werden kann, ist die Kohle überwiegend von schönem Aussehen, samt schwarzer Farbe und fast schwarzem Strich, hohem Glanz, jedoch gewöhnlich durch abwechselnd mehr und weniger glänzende Lagen gebändert, von ebenem bis muscheligen, in den dichten hochglänzenden Partien kleinsmuscheligen Bruch und zuweilen als Augenkohle entwickelt. Vielfach wird die Kohle, besonders der unteren Hangendbank und der Mittelbank, quer auf die Bänderung von zarten, meist nur Bruchteile eines Millimeters starken, weißen Quarzgängen durchsetzt, welche zuweilen auch Markasitnestchen einschließen. Markasit tritt jedoch ebenfalls, hauptsächlich in der Mittelbank, in ähnlichen zarten Gangtrümmen wie der Quarz auf und bedeckt daher Spaltstücke der Kohle häufig mit zusammenhängenden Häutchen, welche einen höheren Schwefelgehalt vermuten lassen, als er sich bei den Analysen herauszustellen pflegt. Auch die folgenden, von Professor Schöffel ausgeführten Elementaranalysen der Kohle von Lješljani, entstammend verschiedenen, allerdings ausbühnenden Flözteilen, weisen einen sehr geringen Schwefelgehalt aus:

Kohlenstoff	52·77 %	53·58 %
Wasserstoff	3·63 %	3·62 %
Sauerstoff, Stickstoff u. a. ...	13·90 %	14·07 %
Schwefel	1·63 %	1·78 %
Hygroskopisches Wasser	20·74 %	24·29 %
Asche	7·33 %	2·66 %
Heizwert	4728 Kal.	4756 Kal.

Die Entwicklung des flözführenden Oligomiozäns, wie sie bei Lješljani besteht, setzt nur nach Südosten fort, jedoch nicht im unmittelbaren Zusammenhang, sondern lediglich in einer isolierten Partie, die östlich jenseits des oberen Strižnatales in Devetaci, südlich von den Šurljani-Häusern, zutage kommt. Sie ist in der linken Tallehne eines von Osten kommenden, Jarak genannten Bächleins nur mangelhaft entblößt, jedoch wäre die Stelle für einen bergmännischen Aufschluß geeignet. Das Liegende des Flözes ist nicht offen; das Hangende stimmt mit jenem von Lješljani überein und auch ein Lappen der diskordanten, aus mürbem Konglomerat und erdigem Schotter bestehenden Decke ist vorhanden, die jedoch nicht vorzugsweise Quarz- und Kieselgesteinsgerölle, sondern zumeist Geschiebe von tuffitischem Sandstein und Serpentin enthält. Das Flöz ist weniger mächtig und namentlich in der Hangendpartie weniger rein als bei Lješljani, die Kohle stärker gebändert und daher durch Verwitterung leichter aufblättern, aber sonst eine ziemlich gleiche Glanzkohle, wie jene von Lješljani. Eine Partialanalyse der Ausbiße kohle ergab:

Hygroskopisches Wasser	22·35 %
Asche	10·60 %
Schwefel	2·06 %
Heizwert	4095 Kal.

Während bei Lješljani die kohlenreiche tonige Entwicklung des Binnenlandoligomiozäns nur in südlicher Richtung in die Mergel- und Süßwasserkalkfazies übergeht, wird die Partie von Devetaci fast rundum von ihr umschlossen. Im Norden erstreckt sie sich über Šurljani, wo sie unmittelbar auf eozänem Sandstein aufliegt; im Osten bis ins Talgebiet des Mekinja-Baches, wo sie in einer isolierten Scholle im sogenannten Lipovac gaj unweit der Kantari-Gehöfte ein schwaches Kohlenflözchen einschließt; und im Südosten

hängt sie mit der Mergelerstreckung von Nasredini (Svodna) zusammen.

Westlich von Lješljani jenseits des Carigradtales im Bereiche der Gemeinden Žuljevica und Cerovica herrscht die Mergel- und Süßwasserkalkfazies so gut wie ausschließlich, wodurch leider die bescheidene Kohlenführung dieses ausgedehnten Abschnittes der Ablagerung bedingt ist. Das Binnenlandoligomiozän erreicht hier stellenweise Mächtigkeiten von mehreren hundert Metern. Beiweitem vorherrschend sind teils milde, teils plattige, harte, muschelig brechende Mergel von lichten, gelbgrauen bis blaugrauen Farben, meist bituminös und durch Verwitterung ausbleichend, häufig als ausgezeichnet schöne Cyprismergel entwickelt. Diese pflegen auch am reichlichsten die oben genannten Leitcongerien und Pflanzenreste in meist guter Erhaltung zu führen. Süßwasserkalke sind den Mergeln völlig untergeordnet und in ihrer Verbreitung hauptsächlich auf die südliche Randzone im Ursprungsgebiete des Trnjevica-Baches bei Rakovac beschränkt. Aus den plattigen Cyprismergeln entspringen auf der rechten Lehne des Cerovicatales unweit der Pašić-Gehöfte südwestlich von der Čulumhöhe zwei Schwefelquellen, von welchen besonders die südliche durch ihren starken, weithin wahrnehmbaren Schwefelwasserstoffgeruch und beträchtliche Schwefelausscheidungen bemerkenswert ist.

Vom Carigradtale bis zu dem Rücken, auf welchem die Kirche von Žuljevica steht, sind Kohlenausbisse nicht bekannt. Sie finden sich erst weiter westlich in der Talfurche des Grabovac- oder Žuljevica-Baches. (Vgl. Abb. 92.) Hier ist ein Ausbiß in der Nähe der Mijatovići-Häuser über 2 m mächtig, besteht jedoch größtenteils aus Kohlenschiefer mit nur spärlichen Glanzkohlenschmitzen. Da der Bach jedoch zuweilen auch größere Kohlenblöcke talwärts schwemmt, schien es möglich, daß der offene, von ziemlich mächtigen Letten und Schiefertönen begleitete und erst weiter aufwärts von plattigen Süßwassermergeln überlagerte Ausbiß lediglich die Hangendpartie des Flözes repräsentiere und daß die Liegendpartie reinere Kohlenbänke einschließen könnte. Vorgenommene Schürfungen haben eine Bestätigung dieser Annahme jedoch bis jetzt nicht erbracht, es scheinen vielmehr nur gelegentliche nesterweise Anschwellungen der

Kohle stattzufinden. Ein analoges Verhalten zeigen die weiter talwärts vorhandenen Flözausbisse, deren Beschürfung ebenfalls ohne befriedigendes Ergebnis blieb. Die ganze Schichtenreihe fällt flach nach Norden bis Nordosten ein und wird im oberen Žuljevicagebiete auf der Nordseite des Kriva glava-Rückens diskordant von marinem Mediterran überlagert.

Diese, wie oben dargelegt wurde, der ersten Mediterranstufe des Wiener Beckens entsprechende marine Miozändecke zieht weiter westlich im Ortsbereiche von Mazići und Cerovica bis in die Täler des Cerovica potok und seiner Nebenbäche hinab, wo das unter ihr auftauchende Binnenlandtertiär ebenfalls kohlenführend ist. Die Hauptausbisse befinden sich im Lug potok, einem rechtsseitigen Zuflusse des Cerovica-Baches und in diesem letzteren selbst im Riede Puzaljka.

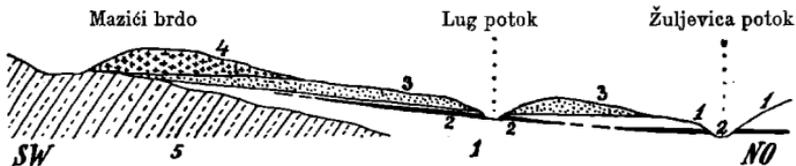


Abb. 92. Profil durch die Braunkohlenablagerung von Cerovica bei Bos. Novi.

1 = Binnenlandoligomiozän, zumeist Congerienmergel. 2 = Kohlenflöz. 3 = Marines Mediterran (I. Mediterranstufe). 4 = Leithakalk. 5 = Tuffitische Sandsteine (Kreide-Eozän?).

Im Lug potok lagern auf schieferigen Süßwassermergeln graue, gelb verwitternde Letten, worauf das Flöz folgt, welches teils wieder von Letten, teils unmittelbar von blaugrauen Tegeln mit der oben angeführten individuenreichen marinen Fauna bedeckt wird. Das etwa 80 cm mächtige Flöz besteht überall, wo es angeritzt wurde, nur aus kohligem Lehm oder Schiefertone, in welchem plattige Stücke und Knollen einer schwarzen blätterigen Glanzkohle eingeknetet sind. Dieses eigentümliche Verhalten scheint darauf hinzuweisen, daß ein ursprüngliches Flöz durch die Transgressionswelle zerstört und teilweise umgelagert wurde, in welchem Falle allerdings die Möglichkeit bestehen würde, daß im Liegenden der marinen Decke einzelne Flözpartien unversehrt erhalten geblieben sein können, ungefähr wie es das Profil, Abb. 93, andeutet, da es leicht möglich ist, daß die Abrasion an einigen Stellen nur die Hangendschichten des Flözes betraf, an anderen Stellen aber bis zum Flöz reichte

oder selbst in das Liegende des Flözes eingriff, wodurch der gelegentlich scheinbar engere Verband des Flözes mit den marinen Bildungen erklärlich wird.

Die Kohle des Lug potok ist meist schieferig, durch Verwitterung aufblättern, von schwarzer Farbe, am Querbruche von lebhaftem Glanz und von schwarzbraunem matten Strich. Kalte Kalilauge wird von ihr nur allmählich braun gefärbt und auch heiße Lauge nimmt keine intensive Farbe an. Eine Partialanalyse ergab:

Hygroskopisches Wasser	14.30 %
Asche	10.65 %
Schwefel	1.98 %
Heizwert	4075 Kal.

Die Kohle ist gasreich, nicht backend, der Entgasungsrückstand ist nur schwach gesintert, leicht zu Pulver zerreiblich.

Im Puzaljka-Riede auf der linken Seite des Cerovica-tales wurde das unter 20° nach 2 Stunden verflächende, mit jenem im Lug potok zweifellos identische und auch jenem von Žuljevica entsprechende Flöz vor einigen Jahren durch zwei kleine Einbaue angeschürft. Auf Mergeln und plattigen Süßwasserkalken liegen wenig mächtige graue Schiefertone und gelbe Letten, worauf unmittelbar das 60 bis 80 cm starke Flöz folgt. Reine Kohle führt es nur in der Hangendpartie, u. zw. nur eine Bank von etwa 20 bis 25 cm Stärke, während die mächtigere Liegendpartie aus schwarzbraunem bituminösem Schiefertone und Kohlenschiefer mit bloß geringen Kohlenschmitzen besteht. Im Hangenden des Flözes erscheint der gleiche blaugraue, in wassergesättigtem Zustande lehmige und anscheinend blähende, hauptsächlich an *Cerithien* reiche, marine Tegel wie im Lug potok.

Die Kohle aus der reinen Flözbank ist meist von schieferiger Beschaffenheit, oder eigentümlich blättern spaltbar, weil sie lagenweise Kohlenschieferschmitzen mit zerpreßten Pflanzenresten einschließt. Der Querbruch ist daher auch streifenkohlenartig. Die Kohle ist von schwarzbrauner Farbe, ebensolchem Strich, mäßigem Glanz, nicht leicht entzündbar, gasarm und schwefelreich, überhaupt am beschürften Ausbisse von geringer Qualität.

An der Einmündung des Žuljevica-Baches in die Strižna senken sich die oligomiozänen Binnenlandbildungen bis fast

zum Talboden herab; sie bleiben aber auch hier durch aufbrechendes Grundgebirge von den nördlich des Strižnatales sich ausbreitenden **Braunkohlenablagerungen von Vodičevo und Prusci** getrennt. Diese bestehen aus zwei unbedeutenden Schollen im Ortsbereiche von Prusci auf der Wasserscheide zwischen Strižna und Mekinja und aus einer beiläufig 4 km^2 umfassenden Erstreckung, die sich entlang des Vodičevo-Baches und seines östlichen Zuflusses Lučija potok ausbreitet und in der Abdachung zur Strižna den Rücken zwischen dem Vodičevo- und dem Smitin-Bache einnimmt. Die Binnenlandbildungen lagern diskordant auf Eozänsandstein, auf welchem die Schollen vom Prusci nur eine geringmächtige

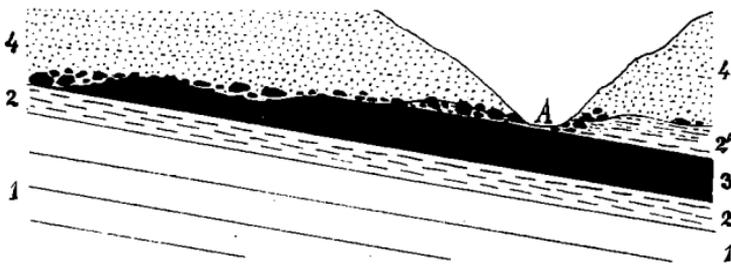


Abb. 93. Profil des Kontaktes zwischen dem kohleführenden Binnenlandoligomiozän und dem darüber transgredierenden marinen Mediterran im Lug potok bei Mazići.

1 = Süßwassermergel. 2 = Letten, 2' = Letten mit Schiefer-ton. 3 = Kohlenflöz. 4 = Marine, fossilienreiche Mergel und Tegel.

Die Schichten verflächen nach Norden.

Decke bilden, während die Erstreckung von Vodičevo tiefer in das Grundgebirge eingesenkt ist und westwärts gegen die Una zu von marinen Mediterranbildungen überlagert wird. (Vgl. Abb. 94.)

Von den Schollen von Prusci ist nur die südliche, ungefähr drei Viertel Quadratkilometer große kohlenführend. Sie gehört, wie auch die nördlichere kleine Scholle zur Gänze der kalkig-mergeligen Entwicklung an. Die Kohlenausbisse befinden sich nahe am Gipfel des Rückens: der eine im Riede Kotline, knapp neben dem nach Kuljani führenden Kammwege, in der südöstlichen Lehne; zwei andere einige Hundert Meter weiter nördlich, in dem zum Mračni potok abfallenden Gehänge der Babića kosa. Hier wie dort bilden das entferntere Liegend und Hangend der Kohle dünnplattige,

gelblichweiße, teils mürbe, teils klingende Congeriemergel, die unmittelbaren Begleitschichten des Flözes aber Süßwasserkalke, die stellenweise in hochbituminösen Kohlenschiefer übergehen und viel Pflanzenfetzen, darunter anscheinend auch von *Palmenblättern* sowie zerdrückte glatte *Melanopsiden*, *Planorben*, *Cypris*-Schalen und andere Tierreste einschließen. Die Süßwasserkalke sind zumeist gelbe oder bräunlich-rötliche Charakalke, die, wenn sie nicht zu schieferig sind einen vorzüglichen Baustein abgeben.

Das Kohlenflöz ist nur 30 bis 40 cm mächtig und besteht am Ausbiß aus schwarzer Moorkohle mit wenigen Schmitzchen einer schwarzglänzenden Blätterkohle. Die ganze Ablagerung hat ein flaches südwestliches bis westliches Einfallen und stellt gewissermaßen den letzten von der

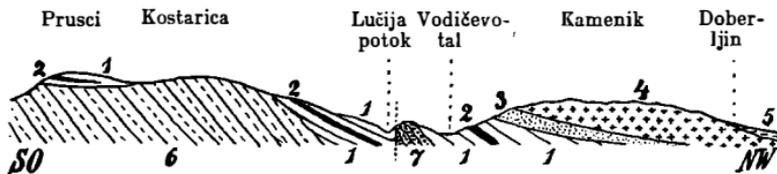


Abb. 94. Profil durch die Braunkohlenablagerungen von Vodičevo und Prusci.

- 1 = Binnenlandoligomiozän, zumeist Mergel und Süßwasserkalke
 2 = Kohlenflöze. 3 = Marines Altmiözän (I. Mediterranstufe)
 4 = Leithakalk. 5 = Quartär der Unaebene. 6 = Eozänsandstein
 7 = Tuffitische Schichtenreihe (Kreide?).

Denudation aufgesparten Rest des Ostrandes der Mulde von Vodičevo dar.

In dieser ist im südwestlichen und im nordöstlichen Abschnitte das Binnenlandoligomiozän weniger abgetragen als in der annähernd dem Lučija potok entsprechenden Achse, wo infolge einer Störung in der Nähe der östlichen Gjurici-Häuser sogar das Grundgebirge zutage tritt, aber im ganzen genommen ist die Mächtigkeit der kohlenführenden Süßwasserbildungen von Vodičevo überhaupt nur gering. Sie tauchen im Nordwesten und Norden unter diskordant auflagernde marine Miozänschichten unter, nämlich teils unter Mergel, die faunistisch der ersten Mediterranstufe und dem Schlier entsprechen und die Unterlage von Leithakalk bilden, teils unter diesen unmittelbar, unter welcher Bedeckung sie sich aber nach Norden hin nur mäßig weit ausbreiten können, weil sowohl bei Kuljani als auch bei Klobučari und Doberljun

die Leithakalke direkt auf eozänen Sandsteinen lagern und die Zwischenschaltung der Binnenlandbildungen hier bereits fehlt. Es hat somit in dieser Gegend eine übergreifende Transgression des jüngeren Mediterrans stattgefunden. (Abb. 94.)

Die petrographische Entwicklung der kohleführenden Ablagerung von Vodičevo ist vorherrschend kalkig-mergelig. Dünnschichtige Süßwassermergel, im Aussehen und in der Fossilienführung jenen von Žuljevica und Cerovica gleichend, herrschen in der Erstreckung westlich vom Vodičevotale vor, während im östlichen Ablagerungsteile, namentlich in den Gehängen des Kostarica-Rückens, feste, teilweise grobsandige und zellige Süßwasserkalke mit viel Congerien, Melanien usw. mehr verbreitet sind. Ein besonders schöner, in starken Bänken brechender, kristallinischer Sinterkalk tritt in der Nähe des Friedhofes von Kuljani (Kuljansko groblje) auf. Er ist von gelblich-weißer Farbe und stellenweise reich an Congerien mit mittelstarker Schale und kräftigen Zuwachsstreifen, die jedoch meist nur als Steinkerne erhalten sind, weil die Schalen wahrscheinlich bei der Durchtränkung, welche die Kristallinität des Gesteines bewirkte, aufgelöst wurden. In den Hohlräumen hat sich zuweilen Eisenhydroxyd angesiedelt, wodurch das Gestein lagenweise rostfleckig erscheint.

Die Kohlenführung der Ablagerung dokumentiert sich in spärlichen Flözausbissen. Einer davon wurde vor einigen Jahren in der südlichen Tallehne des Lučija potok in Gornji Vodičevo unterhalb der Überreste einer alten Kirche, unweit talabwärts von der Mačkovac-Quelle angeröschet. Das Flöz besitzt eine Mächtigkeit von bloß 30 bis 40 cm und wird von Letten begleitet, die im Liegenden der Kohle ziemlich mächtig entwickelt sind und von dünnschichtigen Mergeln unterteuft werden, während das Hangende der Kohle von sandigen Schiefen und weiter aufwärts von grobbankigen, grauen oder graugrünen, chokoladefarbig verwitternden, fein- bis mittelkörnigen Kalksandsteinen gebildet wird, die lagenweise erfüllt sind mit Schalengereibsel und zerpreßten Versteinerungen, darunter namentlich der oben erwähnten großen *Melania*. Die Kohle ist eine durch Verwitterung aufblätternde minderwertige Streifenkohle. Die ganze Schichtenreihe fällt unter 20 bis 25° nach Nordosten (4 Stunden) ein.

Ein anderer Kohlenausbiß befindet sich in der rechten Lehne des Vodičevotales unweit des Vrunagehöftes. Das zwischen Letten eingeschichtete Flöz hat dünnplattige, klingende Süßwassermergel mit stellenweise viel Congerien und Pflanzenfetzen zum Hangenden und mildere Mergel zum Liegenden. Das Verfläichen der Schichten ist unter 15° nach Norden gerichtet. Das Flöz ist am Ausbiß kaum einen halben Meter stark und führt eine schwarzbraune, moorige, in einer hangenden Lage lignitische Kohle.

Weitere unbedeutende Ausbisse sollen in der rechten Lehne des Vodičevotales nördlich von der Einmündung des Lučija-Baches im Riede „Iva“ durch eine Grabung aufgedeckt worden sein, doch ist gegenwärtig in dem übrigen stark verrutschten Gehänge von Kohle nichts wahrzunehmen.

Eine bergwirtschaftliche Bedeutung besitzt das Kohlenvorkommen von Vodičevo jedenfalls nicht.

9. Die Braunkohlenablagerungen des mittleren und oberen Unagebietes.

Dem Einzugsgebiete der Una oberhalb Bosn. Novi gehört eine Anzahl von Ablagerungen des Binnenlandoligomiozäns an, die sich petrographisch und faunistisch den letztbeschriebenen, insbesondere den Braunkohlenablagerungen von Sanskimost und Banja Luka anschließen, aber leider nur eine sehr bescheidene Kohlenführung aufweisen. Die nächste oberhalb Bosn. Novi ist die **Braunkohlenablagerung von Ljusina**, die noch verhältnismäßig am kohlenreichsten ist. Sie erstreckt sich beiderseits des Ljusinabaches, welcher 3 km oberhalb Otoka, dort, wo die Straße nach Cazin von der Straße nach Krupa abzweigt, sich von der linken Seite in die Una ergießt. Die Ablagerung besitzt bei nicht ganz 2 km nordwest-südöstlicher Länge und höchstens 900 m Breite ein Flächenausmaß von kaum mehr als 1.2 km^2 und da nur die südwestliche Hälfte davon kohlenführend ist, ergibt sich der geringe montanistische Wert des Vorkommens, trotzdem gegenwärtig eine Eisenbahn in der Nähe vorbeiführt, von selbst.

Das Oligomiozän von Ljusina hat außer im Osten, wo entlang der Una bunte Plattenkalke anstehen, die sich petrographisch an weiter südöstlich verbreitete, wahrscheinlich der unteren Kreide angehörige ähnliche mergelige Kalke anschließen, durchwegs Trias zur Unterlage, u. zw. im Norden

auf einer kurzen Strecke Werfener Schichten, sonst Dolomit. In dieses Grundgebirge ist das Binnenlandtertiär an Längsverwerfungen grabenartig eingesenkt (Abb. 95), wodurch auch das einseitig nach Südwesten gerichtete Schichten-einfallen bewirkt ist. Milde blaugraue, hellgelb oder weißlich verwitternde Mergel nehmen fast die ganze Ablagerung ein, nur auf der Nordseite kommen mürbe Sandsteine und sandige Tegel zutage, die aber anscheinend bloß eine lokale Flözanschwellung begleiten. Sie bilden, an der Oberfläche von erdigen Schottern bedeckt, das Hangende des westlich oberhalb der Nikolić-Mühle auf der rechten Bachseite in der sogenannten Kučerina njiva ausbeißenden Kohlenflözes, welches bei einer Schürfung gegen 4 m mächtig und ziemlich rein befunden wurde. Das Liegende ist nicht entblößt. Gegen

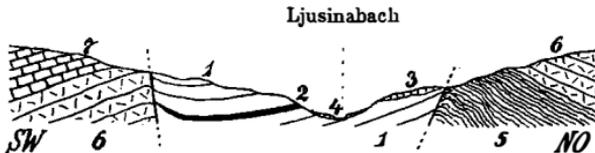


Abb. 95. Profil durch die Braunkohlenablagerung von Ljusina.

- 1 = Mergel und Süßwasserkalke. 2 = Kohlenflöz.
 3 = Mürbes Konglomerat und Schotter. 4 = Alluvium des Ljusinatalbodens. 5 = Werfener Schichten.
 6 = Triasdolomit. 7 = Triaskalk.

Südosten zu scheint dieses Flöz mit seinen Begleitschichten auszuweichen, oder infolge von Verwerfungen unter die Talsohle hinabzutauchen, was in dem mit Äckern bedeckten Gelände nicht festgestellt werden kann. Ein zweiter, in der ungefähren streichenden Fortsetzung des ersten, einige hundert Meter weiter südöstlich in der gleichen Tallehne unterhalb des serbischen Friedhofes von Ljusina zutage kommender Kohlenausbiß hat nur eine Mächtigkeit von einem halben Meter und führt schieferige unreine Kohle. Die Begleitmergel sind teils dünnplattig, schwarzbraun, bituminös, teils mehr tonig graugelb oder weißlich, beide voll zerpreßter Versteinerungen namentlich gekielter Congerien (ex aff. *Cvitanovići*), *Neritodonta* sp., *Melanopsis filifera* Neum., *Melania Pilari* Neum., *Planorbis* sp. usw., letztere vorzugsweise im unmittelbaren Liegenden und Hangenden der Kohle, die ersteren überwiegend in den

höheren Hangendschichten, die beim besagten serbischen Friedhof auch die Hügelkuppen südlich von der dortigen Straßenkehre einnehmen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß dieser zweite Kohlenausbiß lediglich einer Hangendbank des Flözes angehört.

Die Kohle des mächtigen Flözes ist von teils streifenkohlenartiger, teils lignitischer Beschaffenheit, in beiden Fällen von fast schwarzer Farbe, schwarzbraunem Strich und erdfeucht besonders auf dem Querbruche von lebhaftem Glanze durch Austrocknung matter werdend. Die Untersuchung einer aus dem ehemaligen Schurfschächtchen entnommenen Probe von schönem Aussehen hatte folgendes Ergebnis:

Hygroskopisches Wasser	11.80 %
Asche	7.54 %
Sandiger Entgasungsrückstand	49.12 %
Schwefel	1.84 %
Heizwert	4353 Kal.

Ältere Partialanalysen ergaben für die Kohle des mächtigen Ausbisses einen Heizwert von 4304 Kalorien, für die aschenreiche Kohle der schwachen Bank einen solchen von 2124 Kalorien.

Gegen 3 km nordwestlich von Ljusina liegt in Jezersko auf der zum Petka-Bache abdachenden Ostseite des Rückens, auf welchem die Burgruine Jezerski grad steht, eine etwa 600 m lange und 200 bis 300 m breite Scholle von sinte rigem Süßwasserkalk, derer hier gedacht werden mag, wenngleich eine Kohlenführung in ihr nicht bekannt ist. Es ist ein von der Abtragung verschont gebliebener Überrest einer ehemals wohl weit ausgedehnten oligomiozänen Binnenlandablagerung, die wahrscheinlich mit Ljusina im Zusammenhang stand. Das heutige große Becken von Jezersko, welches angeblich noch in historischen Zeiten ein See war, ist jünger und enthält anscheinend keine Tertiärbildungen. Die Oligomiozanscholle von Jezersko, die im Norden auf Werfener Schichten des Trkašnica-Kogels, sonst rundum auf Triaskalken aufliegt, besteht zur Gänze aus mergeligen Süßwasserkalken und Confervitenkalken, die in der Qualität teilweise dem Bihaćer Stein ziemlich gleich kommen, nur daß sie schwächer gebankt sind und daher keine so großen Monolithe ergeben, wie dieser, und auch öfters Fossilien, namentlich

Pflanzenfetzen, einschließen, wodurch ihre Gleichmäßigkeit Einbuße erfährt. Sie sind am mächtigsten im sogenannten Grabovac oder Hodžića gaj entwickelt und besitzen bei überwiegend nordöstlicher Schichtenneigung flach wellige Lagerung.

Die von Ljusina Una aufwärts nächstfolgende **Braunkohlenablagerung von Krupa** wird dieser Bezeichnung nur in sehr bescheidener Weise gerecht, obwohl ihre Kohlenführung zu den am längsten bekannten Bosniens gehört¹⁰⁰). Die Ablagerung besteht aus drei, durch das Quartär der Una-Ebene voneinander getrennten Partien, von welchen es nicht sicher, wiewohl wahrscheinlich ist, daß sie unter der Una-Talsohle zusammenhängen. Im Nordosten wird das Binnenlandtertiär von Triasgesteinen, im Südwesten von Kreidekalken umrandet, an deren Grenze sich das Erosionsbecken von Krupa ausgebildet hat. In dieses ragt in dem Mündungswinkel zwischen dem nur 4 km südlich entspringenden kräftigen Karstflüßchen Krušnica und der Una halbinselförmig der schmale Rücken hinein, auf welchem der obere Teil von Krupa liegt und von welchem durch eine Erosionsfurche der knapp an der Una sich erhebende isolierte Hügel getrennt ist, welcher die jetzt durch Parkwege leicht zugänglich gemachte Ruine der Burg Krupa trägt. Sowohl dieser Hügel als auch der nördliche Teil des Rückens gehören der Trias an, u. zw. besteht der letztere aus Dolomit, auf welchem nur auf dem Gipfel eine Kalkscholle liegt, während der Burghügel ganz aus Kalk aufgebaut ist. Auch nördlich jenseits der Una, wo die Straße nach Cazin beiläufig an der Grenze zwischen Oligomiozän und Grundgebirge hinzieht, stehen zunächst Kalke an, die erst weiter nordwestlich von Dolomit unterteuft werden, der seinerseits wieder von den erwähnten, südlich und westlich von Krupa sich ausbreitenden Kreidekalken überlagert wird.

Von den drei Partien des Binnenlandoligomiozäns von Krupa ist die nordwestliche, auf welcher das Dorf Krečani liegt, die größte. Sie nimmt die ganze linksseitige (nördliche) Tallehne des Nanedovac-Baches ein und greift lappenweise auch über den Plateaurand hinweg. Ihr Flächenausmaß beträgt rund 1.2 km². Die südöstliche, etwa 0.6 km² große Partie bildet den südlichen Teil des Rückens zwischen der

¹⁰⁰) Vgl. E. v. Mojsisovics, Grundlinien etc., I. c., S. 87.

Krušnica und dem Vučjak-Bache. Auf ihr liegt der größte Teil der Stadt. Die dritte, nur einige Hundert Quadratmeter umfassende Partie zieht sich zwischen den beiden ersten als schmale Auslappung südwestwärts auf den aus Kreidekalk bestehenden Lipikrücken zwischen dem Una- und dem Vučjak-Tale hinauf. Sie wird von der alten Straße nach Bihać gequert und bietet die besten Aufschlüsse. In allen drei Partien herrschen fast ausschließlich milde weißliche Mergel und gelbe, plattige Sinterkalke, die im allgemeinen flach muldenförmig lagern (Abb. 96), aber mehrfach gestört sind. Die Mergel sind bankweise erfüllt mit leider zumeist zerpreßten Fossilien, worunter schon 1880 von Neumayr nach den Aufsammlungen v. Mojsisovics' bestimmt wurden:

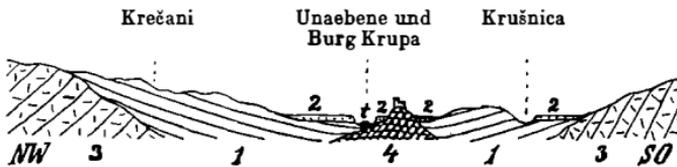


Abb. 96. Profil durch die beiden nördlichen Flügel des Binnenlandoligomiozäns von Krupa.

1 = Süßwassermergel und sinterige Süßwasserkalke mit schwacher Kohlenführung. 2 = Quartär der Una- und Krušnicaebene. Im Unabett bei t Kalktuffablagerungen. 3 = Triasdolomit. 4 = Triaskalk.

Pisidium ind., *Congeria* cf. *banatica* Hörn., *Lithoglyphus panicum* Neum., *Fossarulus pullus* Brus., ferner *Fossar.* cf. *tricarinatus* Brus., *Hydrobia* sp., *Neritina* sp., *Planorbis* sp. und *Ostracoden*.¹⁰¹⁾ Fast alle diese Arten und Gattungen sowie eine geknotete schlanke *Melanopsis* kommen in den Mergeln sehr ungleichmäßig verteilt vor. Am häufigsten sind Congerien, u. zw. sowohl erwachsene Individuen als auch namentlich sehr viel Brut. Herrschend ist eine große, in die Sippe der *Cong. banatica* gehörige, allem Anschein mit der Neumayr vorgelegenen Art identische, dünnchalige Form mit scharfem fadenförmigem Kiel, der meist nicht bis zum Rande reicht und auf dem Dorsalfeld von einer schmalen Falte begleitet wird. Sie schließt sich mehr an *Cong. dalmatica* Brus., *Cong. Cvitanovići* und auch *Cong. Friči* Brus. an, stimmt aber mit keiner vollkommen überein. Es dürfte eine

¹⁰¹⁾ Die letzteren fünf führt v. Mojsisovics (Grundlinien etc., S. 86) an, wogegen sie Neumayr in seinem paläontologischen Beitrag (ebendort, S. 297) nicht nennt.

neue Art sein, jedoch ist eine Entscheidung darüber vorläufig nicht möglich, weil trotz der Massenhaftigkeit ihres Vorkommens bisher keine entsprechend erhaltenen Exemplare gewonnen werden konnten. Daneben findet sich verhältnismäßig selten eine kleine mytiliforme Art, etwa vergleichbar der *Cong. aquitanica* Andr., leider meist ebenfalls zerpreßt. Unter den Schnecken ist *Fossarulus pullus* Brus. die gewöhnlichste Erscheinung und häufig sind auch kleine *Planorben*. Alle anderen genannten Arten sind selten, *Fossar. tricarinatus* überhaupt zweifelhaft, *Cypris*-Schalen nur in gewissen Lagen eingestreut. Von Pflanzenresten sind Rhizom-, Stengel- und Halmstücke häufig; Dicotyledonenblätter sind zwar auch nicht gerade selten, namentlich in den Planorben führenden Mergeln, aber wegen der milden tonigen Beschaffenheit derselben meist nicht sonderlich gut erhalten. Von H. Engelhardt (Glasnik zem. muz. XXV, 1913, S. 390) wurden *Eugenia aixoon* Ung. und *Palaeolobium sotkianum* Ung. beschrieben und abgebildet. Neuerlich wurden *Myrica hakeaefolia* Ung., *Quercus mediterranea* Ung., *Typha latissima* A. Br., *Pinus* sp., *Sequoia* sp. gefunden.

Kohlenführend scheint nur die südliche Partie des Oligomiozäns von Krupa zu sein. Bei der ehemaligen serbischen Kirche S. vom Burgberg war seinerzeit ein Kohlenausbiß zu sehen und im Kirchenschiffe selbst wurde bei einer Grabung Kohle gefunden. Radimský erhob, daß das flach lagernde Flözchen nur etwa 50 cm mächtig sei und minderwertige Kohle (19% Asche, 3473 Kalorien) führe. Des eigentümlichen Fundortes wegen wurde das Vorkommen, wie oben erwähnt, weithin bekannt und überschätzt. Es ist ohne bergwirtschaftlichen Belang.

In den südöstlich von Krupa auf dem Plateau von Pučenik erhalten gebliebenen kleinen Deckenresten des Oligomiozäns, die aus milden, sandigen Mergeln bestehen und aus welchen die Quellen Svjetinja und Čobanac entspringen, gibt es keine Kohlenausbisse.

Gleichfalls recht ärmlich ist die Kohlenführung der Una aufwärts weiter westlich gelegenen **Oligomiozänablagerung von Bihać**. Sie nimmt das ganze bis 8 km breite, zwischen das Vorplateau der Pleševica planina im Westen und die Ausläufer der Grmeč planina im Osten eingesenkte Becken ein, in dessen südöstlichem Abschnitte die genannte Kreis-

stadt liegt, und erstreckt sich, auf 2 bis 3 *km* verschmälert, noch 11 *km* flußaufwärts bis zum Fuße des prächtigen Kegelberges Mali Ljutoć (941 *m*). Dadurch erlangt sie eine keulenförmige Gestalt von rund 21 *km* Länge, mit einem Flächenmaß von annähernd 100 *km*². Im Beckentiefsten entlang der Una sind die Oligomiozänbildungen auf weiten ebenen Flächen von Quartärablagerungen bedeckt, über welche sie sich als niedriges Hügelland erheben, um an den Rändern des Beckens bis 130 *m* über die Talsohle anzusteigen. (Abb. 97.)

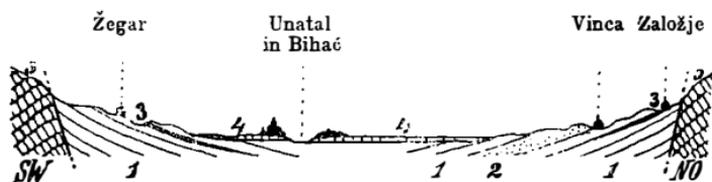


Abb. 97. Profil durch die Braunkohlenablagerung von Bihać.
 1 = Süßwassermergel. 2 = Confervitensinterkalk (Bihaćer Stein). 3 = Kohlenflözchen. 4 = Quartär der Unaebene.
 5 = Kreidekalk.

In der ganzen Ablagerung überwiegen weißliche, milde Mergel, die jenen von Krupa gleichen; dazu gesellen sich jedoch in erheblicher Verbreitung Süßwasserkalke und im südlichen Teile der Ablagerung Konglomerate, die das jüngste Glied des Binnenlandtertiärs sind, wenngleich sie dem Grundgebirge zumeist unmittelbar auflagern. Sie entsprechen bedeutenden Geschiebezufrauchtungen, welche gegen Schluß der Miozänzeit durch den in das seichte ruhige Seebecken von Bihać einmündenden tertiären Vorläufer der Una bewirkt wurden. Die Konglomerate sind mittelgrob, mit überwiegenden Kalkgeröllen von Faustgröße und mehr oder weniger reichlichem kalkigsandigem Bindemittel, zuweilen bankweise fest und zähe, zumeist jedoch mürbe und leicht in Schotter zerfallend. Die Süßwasserkalke sind teils dicht und plattig, teils von sinterigmässiger Beschaffenheit. Unter diesen letzteren ist eine gelblichweiße Abart weit und breit als „Bihaćer Stein“ berühmt. Es ist ein feinkörniger, von Haarröhrchen durchzogener Confervitenkalk oder Travertin, der insbesondere östlich von Bihać im Maškarahügel bei Vinca in nach Südwesten einfallenden in der Hangendpartie schwächeren, in der Liegendpartie sehr mächtigen Bänken ansteht, aus welchen große Monolithe gewonnen werden können. (Abb. 97.) Dieses, im bruchfeuchten Zustande

leicht bearbeitbare, vorzügliche Material wird seit Jahrzehnten namentlich in den kürzlich in anderen Besitz übergegangenen Steinbrüchen der alten Steinmetzfamilien Brkići und Zulići gewonnen und zu verschiedenen Steinmetzarbeiten, besonders zu moslimischen Grabsteinen verarbeitet, die, wenn sie reich verziert und schön ausgearbeitet sind, auch einen Verkaufswert von einigen tausend Kronen für das Paar (Kopf- und Fußstein) erreichen. Sehr geschätzt wird der Bihaćer Stein als trefflicher Werkstein für Monumentalbauten, doch dürfte für einen ausgedehnten Export die Masse des völlig gleichmäßigen Materials nicht mehr anhaltend genug sein. Ähnlich wie der Stein von Vinca, aber von dichterem Gefüge, flachmuscheligen Bruch und mehr plattiger Absonderung ist der in Bihać nur für lokale Bauzwecke verwendete Süßwasserkalk vom Bliževica-Hügel nordwestlich von der Stadt.

In diesen sinterigen Gesteinen sind Fossilieneinschlüsse eine Seltenheit; hingegen sind die Mergel stellenweise ganz erfüllt mit Versteinerungen, namentlich bei Žegar südlich und bei Turija nordwestlich von Bihać, aber auch an vielen anderen Stellen. Vorherrschend und ihrer Größe wegen am meisten auffallend sind Congerien, darunter insbesondere eine dünnchalige, flügelige und beträchtlich aufgewölbte Art mit scharfem, aber nicht fadenförmigem, bis zum Hinterrande reichenden Kiel, die gewissermaßen das Verbindungsglied zwischen *Cong. Cvitanovići* und *Cong. bosniaca* m. darstellt und die ich *Congeria bihacensis* nenne. Daneben kommt eine zweite, der *Cong. Cvitanovići* näher stehende Art, mit scharfem fadenförmigem Kiel nur in der Wirbelpartie, ebenfalls ziemlich häufig vor. Sehr reichlich sind in manchen Lagen der Mergel *Cypris*-Schalen eingestreut, spärlich kommt *Melanopsis* cf. *filifera* Neum. und eine längsgerippte schlanke Art, noch seltener *Hydrobia* sp., *Orygoceras* sp. und Pflanzenreste vor.

Die bis jetzt bekannt gewordene Kohlenführung der Ablagerung von Bihać ist äußerst bescheiden. Sie beschränkt sich auf unbedeutende Ausbisse gleich oberhalb des Spitals, wo darauf vor kurzem eine Schürfung eingeleitet wurde, ferner in einem Wasserriß nächst der Mišići-Gehöfte in Založje nordöstlich von Bihać sowie auf gelegentliche Kohlenbrockenfunde bei Žegar und unterhalb Pritoka. In Založje soll das heute verrollte, nach Südwesten einfallende, von

Mergeln unter- und überlagerte Flöz mehr als 0.5 m mächtig, die Kohle jedoch eine minderwertige aufblätternde Streifenkohle sein. Die erwähnte Schürfung beim Spital hat ein lignitisches Flözchen aufgedeckt und ein geringes Kohlenquantum daraus erzeugt. Für die Erfüllung der von manchen gehegten Hoffnung, daß im Becken von Bihać ein mächtiges Kohlenflöz zu erschließen gelingen könnte, besteht leider wenig Wahrscheinlichkeit.

Vom Westfuße des Kleinen Ljutoć aufwärts ist die kataraktenreiche Una auf eine weite Strecke in triasische Dolomite und jüngere Kalke tief eingefurcht. Erst dort, wo sie von der rechten Seite den Orašacbach aufnimmt, wird ihr Tal breiter und zugleich stellen sich wieder Binnenlandbildungen ein, die von da ab über Kulen Vakuf und weiter südlich bis Ermain Monastir den Fluß zumeist begleiten. Die Una benützt hier ungefähr den gleichen Talweg, welchen auch schon der jungtertiäre Flußlauf innehatte, der aber von Orašac nordwärts bis zum Ostfuße des Großen Ljutoć (1168 m) und vielleicht durch den Duliba-Graben gegen Gorjevac und Račići weiterzog. Heute finden sich zwischen den etwa 10 km von einander entfernten beiden Ljutoćbergen keine Tertiärablagerungen, weil dieser Gebirgsabschnitt entweder die Wasserscheide war, von welcher die jungtertiären Wasser nach Norden und Süden abfließen, oder weil er eine gehobene Scholle ist, von welcher die einst darauf ebenfalls vorhanden gewesenen Tertiärbildungen längst völlig abgetragen wurden.

Die vom Ostfuße des Großen Ljutoć durch das Orašacal nach Kulen Vakuf und weiter Una aufwärts entlang der Landesgrenze bis Ermain Monastir im nur durch Quartärauflagerungen unterbrochenen Zusammenhange verfolgbaren tertiären Binnenlandbildungen können als **Braunkohlenablagerung von Kulen Vakuf** bezeichnet werden, wengleich sich die bis jetzt bekannte dortige Kohlenführung auf einen geringfügigen Ausbiß bei Kulen Vakuf selbst beschränkt. Die gegen 23 km lange und nur wenige hundert Meter breite Ablagerung liegt im Osten und Norden zumeist auf Rudistenkalken, im Westen auf verschiedenen Gesteinen der Trias. In ihr selbst lassen sich zwei Stufen unterscheiden: Mergel im Liegenden, Sandsteine und Konglomerate im Hangenden. Die letzteren bestehen überwiegend aus nuß- bis faustgroßen Kalk- und Dolomitgeröllen, enthalten stellenweise aber auch Gerölle von Werfener Sandstein, bunten

Hornsteinen und Tuffitsandstein, besonders wo sie feinkörnig werden und in Sandsteine übergehen, was namentlich in der Liegendpartie öfters der Fall ist. Das Bindemittel ist kalkig-sinterig oder tonig. Zuweilen sind die Konglomerate bei beträchtlicher Mächtigkeit fast schichtungslos massig entwickelt, wie z. B. in Kulen Vakuf, wo der obere alte Stadtteil (Havala) darauf steht und in der unteren Stadt die Bauplätze mancher Häuser auf der rechten Una-Seite der Steillehne dieser Konglomerate abgerungen werden mußten. Die Mergel und mergeligen Süßwasserkalke der Liegendstufe, welche nur zwischen Orašac und Klisa sowie südlich bei Kulen Vakuf stellenweise zutage kommt, sind völlig identisch mit jenen von Bihać und führen auch die gleichen *Congerien*, ferner schichtenweise massenhaft *Cypris*-Schalen, kleine *Hydrobien* und zuweilen auch Pflanzenreste. In den Mergeln ist an der Südperipherie der Stadt links der Una ein kaum zwei Spannen starkes Kohlenflözchen eingeschaltet, welches flach nordwestwärts einfällt und eine aschenreiche geringwertige Braunkohle führt. Das Vorkommen ist praktisch bedeutungslos.

Auch flußaufwärts von Ermain Monastir gibt es im Una-Tale noch eine Scholle von jungtertiären Konglomeraten, die auf Triasdolomit und Gips aufliegend, bei Begluk östlich der mächtigen Karstquelle der Una einen 2 km langen, kaum 300 m breiten Streifen bilden. Sie gleichen teilweise petrographisch den Konglomeraten von Kulen Vakuf und sind mit ihnen vielleicht auch gleichen Alters. Kohlenführend ist diese Scholle des Binnenlandjungtertiärs jedoch nicht.

10. Die Braunkohlenablagerungen des Korana- und Glinagebietes.

Nördlich des Beckens von Bihać und von ihm bei dem ländlichen Thermalbade Gata nur durch einen 4 km breiten Grundgebirgszug getrennt, breitet sich zwischen Cazin und der vom Korana-Flusse gebildeten Landesgrenze die **Braunkohlenablagerung von Cazin-Tržac** aus, die zu den ansehnlicheren Bosniens gehört. Sie besitzt eine fast dreieckige Gestalt, deren Basis an der kroatischen Grenze zwischen Rujnica und Jhovicica und deren Scheitelpunkt bei Glogovac südöstlich von Cazin gelegen ist. Von diesem östlichsten Punkte bis zur Korana mißt ihre nordwestlich streichende Längsachse 22·5 km und die Fläche, welche sie einnimmt, beträgt gegen 130 km². In der bisherigen Literatur ist die Verbreitung des

Binnenlandtertiärs bei Cazin unrichtig als aus zwei oder drei kleinen isolierten Schollen bestehend dargestellt worden, was dadurch bewirkt worden sein mag, daß aus der Ablagerung eine Anzahl von Grundgebirgsinseln aufragt, die bei flüchtiger Begehung zur Annahme von durchgreifenden Unterbrechungen des Oligomiozäns verleitet haben dürften. (Vgl. Abb. 98.)

Das Grundgebirge, welchem die Braunkohlenablagerung von Cazin—Tržac aufliegt, gehört überwiegend der Trias an. Im Süden und Osten bis über Čoralići hinaus wird es von obertriasischem Dolomit gebildet, auf welchem auch die ganze Stadt Cazin bis zu ihrem südlichen Rande liegt; im Norden hauptsächlich von bunten Kalken, dunklen Schiefnern und Sandsteinen, die wahrscheinlich ebenfalls der Trias angehören und im Westen, von jungmesozoischen grobbankigen bis massigen, hellen Kalken, die stellenweise *Ellipsactinien* führen. Die Grundgebirgsinseln, welche aus dem Oligomiozän auftauchen, sind in der mittleren Partie der Ablagerung am zahlreichsten. Sie bilden hier einen fast südnördlich streichenden Zug zwischen Terstovac, Mutnik, Gračanica und Čajič selo, welcher ebenso, wie eine kleine Insel nahe des Ostrandes bei Polje, aus Dolomit besteht, während die westlichen Inseln an der Einmündung der Krivaja in die Mutnica und in Platnenica den bunten Mergeln und lichten Kalken angehören. Das Zutagetreten des Grundgebirges inmitten des Binnenlandoligomiozäns hängt teilweise mit Störungen zusammen, beweist aber zugleich, daß das Jungtertiär stark abgetragen ist und wenigstens im Teile östlich der Grundgebirgsinselreihe nur mehr eine geringmächtige Decke auf seiner Unterlage bildet. Da von der Abtragung zweifellos auch die Kohlenflöze teilweise mitbetroffen wurden, sind von der einstmaligen Kohlenführung in diesem östlichen Teile wahrscheinlich nur noch Reste vorhanden.

Das Oligomiozän von Cazin-Tržac besteht zum größten Teile aus Mergeln, welchen Süßwasserkalke und stellenweise auch Sandsteine und Konglomerate untergeordnet sind. Die letzteren sind nur wenig verbreitet und scheinen überall, wo sie auftreten, das liegendste Glied der Ablagerung zu bilden, was sich aber deshalb nicht immer sicher entscheiden läßt, weil sie vielfach in lehmige Schotter aufgelöst sind, die zuweilen über die Umgebung verschwemmt sind, wie insbesondere im westlichen Randgebiete der Ablagerung

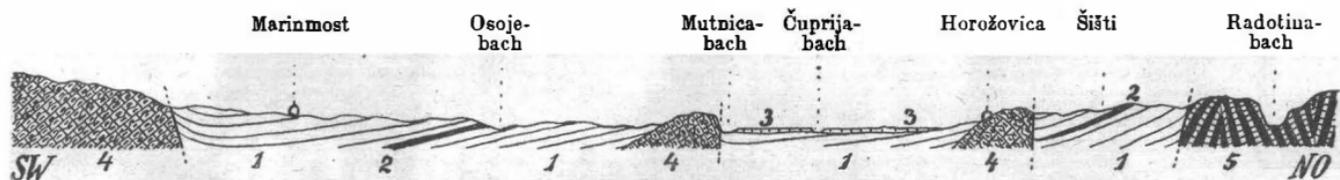


Abb. 98. Profil durch den mittleren Teil der Braunkohlenablagerung von Cazin-Tržac.

1 = Binnenlandoligomiozän, hauptsächlich Mergel und Süßwasserkalk. 2 = Kohlenflöz. 3 = Quartär. 4 = Triasdolomit. 5 = Bunte Schieferkalke, wahrscheinlich obere Trias.

beiderseits der Mutnica und bei Bukovica östlich der Toplica. Auch am Nordrande der Ablagerung bei Beganovići treten im Liegenden der dortigen Kohlenausbisse sehr mürbe Konglomerate mit reichlichem tonigem Bindemittel auf, was auch entlang des weiteren nordöstlichen Randes bis Johovica mehrmals der Fall ist, während in Tržac unweit der Milkovići-Gehöfte, im Riede Selište, im Liegenden der Kohle Bänke eines festen, feinkörnigen, in groben Sandstein übergehenden Konglomerates entblößt sind, welches überwiegend Gerölle und Körner von Kieselgesteinen, Quarz, Dolomit, bunten Kalken, aber auch Brocken von Eruptivgesteinen enthält, die in der Nähe nirgends vorhanden sind. Auch die Schotter bei Bukovica und Krndja östlich der Toplica führen nebst Geröllen von Kieselgesteinen, Jaspis, Chalcedon, Sandstein Kalk und Dolomit, ebenfalls Eruptivmaterial, namentlich Diabas und Serpentin, was auf eine Zufuhr von verhältnismäßig weither (anscheinend aus Kroatien) schließen läßt.

Die Süßwasserkalke sind auch nur lokal, aber mächtiger entwickelt als die Konglomerate, u. zw. ebenfalls hauptsächlich im westlichen Teile der Ablagerung. Im östlichen Abschnitte treten sie als untergeordnete bankweise Einschaltungen in den Mergeln bei Gnjilovac und Polje auf, im Westen von Cazin bilden sie ein größeres Lager bei Čoralići in der sogenannten Berberovića njiva nächst der Straße nach Kladaša, wo sie von körneligem Gefüge, teils plattig, ziemlich hart und spröde, von flach muscheligen Bruch, teils grobbankig bis fast massig und minder hart sind, welche Abart einen vortrefflichen Baustein liefert. Es sind überwiegend fossilienarme Algenkalke. Weiter nordwestlich bei Čajić selo treten sie wieder mehr bankweise in den Mergeln auf, u. zw. zumeist als blaugraue, bräunlich verwitternde, bituminöse Charakalke, die öfters eisenschüssig sind, in welchem Falle auch die Fossilienschalen in Limonit umgewandelt zu sein pflegen. Bei Beganovići sind die Süßwasserkalke im Hangenden der Kohle meist etwas mergelig oder sandig, dünn-schichtig und in großen Platten brechend, frisch blaugrau, durch Verwitterung gelb oder braun werdend, lagenweise erfüllt mit leider zumeist zerpreßten Versteinerungen. Noch weiter nordwestlich werden sie nur vereinzelt, z. B. bei Debeljačani, angetroffen.

Die im frischen Zustande meist bläulichgrauen, durch Verwitterung hellgelb bis fast weiß werdenden Mergel,

welche als das herrschende Gestein dem Grundgebirge zumeist direkt auflagern, sind bei weitem überwiegend milde grobschichtige Cyprismergel, die vielfach Übergänge einerseits in lettige Mergeltonne, andererseits in plattige klingende Mergelkalke aufweisen. Auch mit den tonigen Sandsteinen sowie mit den Süßwasserkalken pflegen die Mergel durch allmähliche Übergänge verbunden zu sein. Die zur lettigen Zersetzung neigenden tonreichen Mergel begleiten meist die Kohle; die harten plattigen Mergel sind unproduktiv.

Die fossile Fauna des Binnenlandoligomiozäns von Cazin-Tržac schließt sich enge an jene der Ablagerungen von Banja Luka und Bihać an, ist jedoch mannigfaltiger, wenn auch individuenärmer. *Congerien* finden sich nur stellenweise etwas reichlicher, u. zw. anscheinend bloß zwei Arten: *Congeria bihaćensis* n. und eine kleine Form, die namentlich in dem Steinbruche auf der linken Seite des Čuprijabaches bei Klisa und bei Čajić selo manche Mergelschichtflächen dicht besät und möglicherweise Jugendexemplare von *Cong. bosniaca* darstellt. Von sonstigen Zweischalern sind rundliche, ziemlich stark aufgewölbte *Pisidien* allgemein verbreitet. Von Gastropoden sind am häufigsten und sowohl in den Mergeln als auch in den Süßwasserkalken fast überall anzutreffen verschiedene *Planorben*, darunter auch eine Art von bis 2 cm Durchmesser mit erweiterter Mündung, ähnlich wie beim *Planorbis spretus* Noul., die besonders in den plattigen Süßwasserkalken bei Beganovići öfters vorkommt. Ferner sind mittelgroße bauchige, leider fast stets zerpreßte *Limnaeen* in den Süßwasserkalken und *Melania Pšari* Neum. in den weichen Tonmergeln, namentlich bei Mutnik und Slatina, ziemlich häufig. Dazu gesellen sich lokal, wiewohl nur spärlich, kleine, glatte *Melanopsiden*, ferner *Hydrobien* sowie *Orygoceras* und als Seltenheit kommt, z. B. bei Prkose, eine *Micromelania* aus der Verwandtschaft der *Micromel. turritellina* Brus., jedoch mit kräftigeren, zuweilen schwach geknoteten Spiralleisten vor. *Cypris*-Schalen sind in den Mergeln fast überall zu finden, oft in großer Menge.

Pflanzenreste kommen nur stellenweise und in recht ungleichmäßiger Verteilung vor. Bei Beganovići sind Spaltflächen der plattigen Süßwasserkalke oft völlig bedeckt mit Nadelholzzweigen und losen Nadeln gleichenden, weißen, kalkigen Gebilden, neben welchen auch zartere kohlige Zweigenabdrücke vorkommen, die wahrscheinlich zu

Taxodium distichum miocenicum Heer (*Tax. dubium* Stbg.) gehören. Ob aber die ersteren kalkigen Gebilde, trotz einer gewissen Ähnlichkeit ebenfalls hierher zu stellen sind, bleibt, vorderhand zweifelhaft. Die bituminösen Süßwasserkalke enthalten auch anderwärts lagenweise reichlich verkohlte Pflanzenspreu, Bruchstücke von *Typha latissima* Al. Br. *Poacites* sp., *Cyperus* sp., Blattfetzen und 2 bis 3 mm lange, spindelförmige, zart gekörnelte Samen. Von den in den Mergeln gesammelten Pflanzenresten wurden von H. Engelhardt (Glasnik etc. XXV, 1913, S. 391) beschrieben und abgebildet: *Fraxinus praeexcelsior* Ett., *Acer* (Frucht, wahrscheinlich von *Acer trilobatum* Stbg. sp.), *Dalbergia primaeva* Ung. sowie eine entweder zu dieser oder zu einer neuen *Dalbergia*art gehörige Frucht und *Acacia sotzkiana* Ung. Engelhardt stellt diese Florula in das Oligozän (Tongrische Stufe). Durch weitere Aufsammlungen, namentlich in den Cyprismergeln, dürfte diese Liste der fossilen Pflanzenreste erheblich vermehrt werden können.

Kohlenausbisse sind über die ganze Oligomiozänablagerung von Cazin-Tržac verteilt, kommen aber hauptsächlich entlang des nördlichen Randes zutage, was durch den einseitigen Bau der Ablagerung bedingt ist. Die Schichten fallen nämlich vom nordöstlichen Rande weg durchwegs nach Südwesten ein, legen sich nahe des südlichen Randes flacher und stoßen hier am Grundgebirge ab. Lokale Störungen, welche auch die Aufbrüche des Grundgebirges bewirken, komplizieren den Bau. (Vgl. Abb. 98 und 100.)

Der östlichste von den dermalen bekannten Flözausbissen befindet sich etwas über 2 km westlich von Cazin im Dorfe Čoralici nahe des Hajrlaković-Gehöftes, auf der linken Seite des Pajiće dol genannten Grabens. Das Grundgebirge wird von Triasdolomit gebildet, welcher schon wenige hundert Schritte oberhalb des Ausbisses in mächtigen Felsen ansteht. Das Flöz streicht fast ostwestlich und fällt unter 30° nach Süden ein. Seine Mächtigkeit beträgt wenig über 1 m. Das Liegende der Kohle bilden milde, gelbgraue, das unmittelbare Hangende lettig zersetzte blaugraue Mergel, worüber dann lichte Cyprismergel folgen. Die Kohle ist ein knollig-flaseriger Lignit von schwarzer Farbe.

Ein weiteres Kohlenvorkommen liegt ebenfalls knapp an der Grundgebirgsgrenze auf der Höhe zwischen dem

Radotina-Tale, durch welches die Straße nach Kladuša führt und dem Talbecken von Šišti im Ortsteile Stahrovići. Hier sowie um Kovačevići, Bare und Nuhanovići selo herrschen sandige Lehme mit Schotternestern, wahrscheinlich das Verwitterungseluvium mürber Liegendkonglomerate und Sandsteine. Im Lehm eingebettet findet sich in den Ostlehnen des sogenannten Hadžiće dol reichlich Lignit, teils in Brocken, teils auch in großen Stammstücken und Blöcken. Ein zusammenhängendes Flöz konnte aber bis jetzt nicht aufgedeckt werden, so daß es den Anschein hat, daß die Lignitfindlinge lediglich die Überreste eines samt seinen mergeligen Begleitschichten völlig abgetragenen Flözes sind, was auch mit der Lage des Vorkommens auf dem Kammrücken übereinstimmen würde. Der hiesige Lignit ist fossilisiertes ästiges Holz von brauner Farbe und matten Glanz. Manche Stammstücke sind von einer sinterigen Rinde überkrustet. Eine ältere Partialanalyse weist aus:

Hygroskopisches Wasser	14·0 %
Asche	2·4 %
Heizwert nach Berthier	4664 Kal.

Nordwestlich von diesem Vorkommen werden unterhalb Čajić selo in den Talböschungen des Gračanica-Baches und seiner Seitengraben im Ackerboden öfters Kohlenbrocken gefunden und unweit der Džamia des genannten Dorfes tritt in weichen Cyprismergeln ein Kohlenflözchen auf. Ein mächtigerer Ausbiß ist 2 km nordwestlich von hier in Beganovići vorhanden. Südöstlich von der Džamia von Leskovac, in der Nähe des Anwesens des Halil Beganović, streicht unmittelbar unter dem Kamme ein auf etwa 150 m verfolgbare Ausbiß nach 21 Stunden (Abb. 99). Angelagert an bunte Mergel- und Plattenkalke, aus welchen der Friedhofshügel besteht und auf welchen auch die Džamia selbst liegt, treten geringmächtige, mürbe an der Oberfläche in lehmige Schotter aufgelöste Konglomerate auf, worüber eine Schichtenreihe von Tonmergeln und Letten folgt, welche das Liegende eines durchschnittlich 1·6 m mächtigen Kohlenflözes bildet. In einem Wasserriß unterhalb des Kammweges besteht das Flöz aus drei Bänken, deren liegendste 20, die mittlere 35 und die hangende 110 cm stark ist. Das mergelige Zwischenmittel zwischen den beiden unteren Kohlenbänken ist 20 cm, das Mittel im Liegenden der Hangendbank 40 cm mächtig,

so daß sich an dieser Stelle eine Gesamtmächtigkeit des Flözes von 2·25 m ergibt. Etwas weiter westlich ist jedoch in einem kleinen Schurf, welcher behufs Schmiedekohlefreibereiterei angelegt worden war, von den Liegendbänken nichts wahrzunehmen, sondern das ganze Flöz scheint auf eine nicht ganz 1 m mächtige Kohlenbank reduziert zu sein. Das Hangende der Kohle wird in beiden Fällen von den obgedachten plattigen Süßwasserkalken mit *Planorben* und *Taxodium*-Resten gebildet, worüber dann milde grobschichtige Cyprismergel folgen. Alle Schichten fallen unter 26° nach Südwesten ein.

Dem Aussehen nach ist die Kohle dieses Ausbisses die beste der ganzen Cazin-Tržaczer Ablagerung. Sie ist meist mehr oder weniger deutlich lignitisch von samtschwarzer Farbe und mäßigem Glanz, jedoch in Pressungspartien auch kompakt und von hohem Glanz. Kalte Kalilauge wird von ihr allmählich, heiße alsbald dunkelbraun gefärbt. Sie ist bemerkenswert schwefel- und aschenarm und besitzt, wie die folgenden Analysen dartun, einen relativ hohen Heizwert. Die Elementaranalyse *a* und die Partialanalyse *b* entsprechen der schwarzen halblignitischen Kohle, die Teilanalyse *c* einer vom Ausbiß entnommenen, mehr holzflaserigen Probe.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
Kohlenstoff	57·00 %	—	—
Wasserstoff	6·90 %	—	—
Sauerstoff, Stickstoff u. a. . .	21·55 %	—	—
Gesamtschwefel	—	0·48 %	0·59 %
Verbrennlicher Schwefel ...	0·15 %	0·25 %	—
Hygroskopisches Wasser ..	12·20 %	11·42 %	15·00 %
Asche	2·35 %	3·70 %	6·25 %
Heizwert berechnet	5840 Kal.	—	—
Heizwert nach Berthier ...	5148 Kal.	5733 Kal.	4600 Kal.

Weiter westlich soll sich in einem Graben unweit der Džamia von Platnenica Tržačka Kohle zeigen und nordwestlich von Pianica, etwa 2 km von der Straße entfernt, kommt im Platnenicabache selbst oberhalb der Mühle Kohle zutage. Der Schichtenverband und die Mächtigkeit des Flözes sind in dem bedeckten und verwaschenen Gelände ohne entsprechende Einbaue nicht zu konstatieren. Ansehnlicher sind Kohlen- und Erdbrandgesteinsausbisse, die sich in Johovica (Gemeinde Šturlić) vom oberen Hermarevac-

graben südwestwärts bis gegen Lipa auf mehr als 2 km weit unterbrechungsweise verfolgen lassen.

Im Hermarevac ist der Ausbiß vertragen, doch kommen verschwemmte Kohlenstücke ziemlich häufig vor. In der Nähe des Čatićehöftes ist ein angeblich versprechender Ausbiß ebenfalls verdeckt. Hingegen werden nördlich von Lipa zwei unbedeutende Ausbisse vom Wege verquert und im Taleinschnitte unterhalb des Čajnovac korito ist ein mächtigerer Ausbiß in einer kleinen Grube bloßgelegt, aus welcher Kohle für den Lokalverbrauch gewonnen wird.

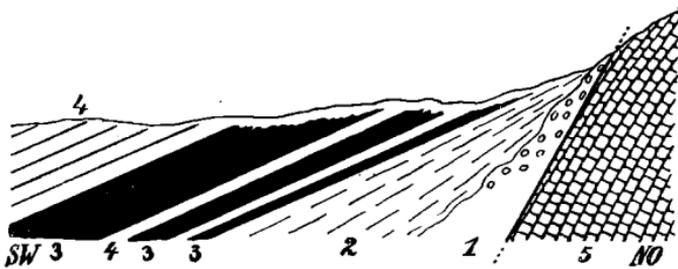


Abb. 99. Profil des Kohlenflözes bei Beganovići.

- 1 = Konglomerat. 2 = Tonmergel und Letten. 3 = Kohle.
4 = Cyprismergel und plattige Kalkmergel. 5 = Bunte Schieferkalle wahrscheinlich der oberen Trias.

Nähere Erläuterung im Text.

Die offene Mächtigkeit dieses flach nach Südwesten einfallenden Flözes beträgt etwa 1.5 m, jedoch soll es im ganzen 3 m mächtig sein. Das unmittelbare Liegende ist nicht entblößt, das entferntere Liegende sind Mergel. Das Hangende wird von sandigem Lehm gebildet, welcher Nester von mürbem Konglomerat einschließt. Die Kohle ist überwiegend schwarzbrauner klotzig-plattiger Lignit mit ausgesprochener Holzstruktur, zum Teil aber auch Streifenkohle mit glänzendem Querbruch. Eine von V. Stefko ausgeführte Analyse dieser letzteren hatte folgendes Ergebnis:

Hygroskopisches Wasser.....	14.56 %
Asche	35.58 %
Gesamtschwefel	2.16 %
Verbrennlicher Schwefel	1.74 %
Heizwert	3217 Kal.

Das Aussehen der Kohle läßt den hohen Aschengehalt nicht vermuten.

Dem an dem Kalkgrundgebirge an der Korana und Toplica absetzenden Gegenflügel dieses Kohlenflözes von Šturlić-Johovica scheinen die bedeutenden Ausbisse anzugehören, welche in Tržac nördlich der Kalkklippe des Burgberges in den rechtsseitigen Tallehnen der Korana auftreten (Abb. 100.) Sie bilden hier einen vom Selište- bzw. Klenovac-Riede südwestlich des Milkovići-Gehöftes und im anschließenden Gelände nordwestwärts bis in die Koranaebene verfolgbaren Zug von Kohle und Erdbrandprodukten. Der Hauptausbiß, auf welchem im Jahre 1915 in der Absicht, den sehr waldarmen Bezirk Cazin mit billiger Kohle zu versorgen, ein kleiner Tagbau eröffnet wurde¹⁰²⁾, befindet sich auf den zu den Murić-Häusern gehörigen Äckern. Das nach Nordwesten einfallende Flöz wird von sandigem Tegel und dem oben beschriebenen Sandstein und Konglomerat unterlagert und am Ausbisse nur seicht von lehmig zersetzten Mergeln, welchen auch einzelne Sandsteinbänke eingeschaltet sind, bedeckt. Das Flöz ist 3-6 m mächtig mit einzelnen tauben Schmitzen in der Liegendpartie, sonst aber sehr rein und führt ebenfalls zweierlei Kohle: schönen holzflaserigen Lignit von kaffeebrauner Farbe, mattem Seidenglanz und braunem Strich, an dessen Scheiten die einstmalige Baumrinde in kleinmuschelartig brechende kompakte Glanzkohle umgewandelt zu sein pflegt; und Streifenkohle von braunschwarzer Farbe, eben solchem Strich, auf dem Längsbruch mattem Glanz und auf dem Querbruch dünne samt-

¹⁰²⁾ Obwohl die Kohle aus diesem vorläufig noch bescheidenen Tržac'er Tagbau an die Verbraucher lediglich gegen Ersatz der Gewinnungskosten abgegeben wird und obwohl die Holznot im Bezirke Cazin immerwährend zu bedauerlichen wirtschaftlichen Schädigungen führt, indem viele tragfähige Obstbäume, um Nutz- und Brennholz zu erlangen, vorzeitig gefällt werden und es in strengen Wintern vorgekommen ist, daß in manchen Häusern Dachgebälke, Schwellen und Fußböden herausgerissen wurden um verheizt zu werden, läßt sich die äußerst konservative Bevölkerung doch schwer zur Kohlenheizung bewegen. Im Winter 1915 wurden aus dem Tagbau beiläufig 1600 q, im Jahre 1916 etwas über 1900 q Kohle gefördert und abgesetzt und im Winter 1917 fand ein weiteres Ansteigen der Produktion statt. Abnehmer der Kohle sind bis jetzt indessen fast nur die Ämter sowie einige Schulen und Gendarmeriekasernen der Bezirke Cazin und Bihać, dann die Beamtenschaft von Cazin und teilweise auch von Bihać, von der Bevölkerung aber vorerst nur die noch recht wenigen, die sich entschlossen haben, vom offenen Herdfeuer zur Ofenheizung überzugehen.

schwarze Schmitzchen von hohem Glanz in der braunen, mattglänzenden Masse zeigend.

Der Lignit, welcher im Flöz überwiegt, entzündet sich leicht, brennt holzähnlich und hinterläßt wenig leichte, gelbliche Asche. Kalte Kalilauge wird von ihm allmählich, heiße sogleich braun gefärbt. Der Schwefelgehalt ist gering, so zwar, daß bei manchen Proben auf trockenem Wege keine

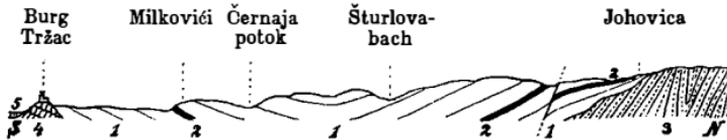


Abb. 100. Profil durch den nordwestlichen Teil der Braunkohlenablagerung von Cazin-Tržac.

1 = Mergel und Tegel des Binnenlandoligomiozäns. 2 = Kohlenflöze. 3 = Bunte Platten- und Schieferkalk, anscheinend der oberen Trias angehörig. 4 = Kreidekalk. 5 = Quartär der Ebene an der Mündung der Mutnica in die Korana.

Schwefelreaktion zu erzielen ist. Die Streifenkohle entzündet sich schwerer, brennt aber auch ziemlich anhaltend mit leuchtender Flamme und hinterläßt viel rotgelbe bis ziegelrote Asche, die v. d. L. leicht zu schwarzer Schlacke schmilzt. Kalte Kalilauge wird von der Streifenkohle

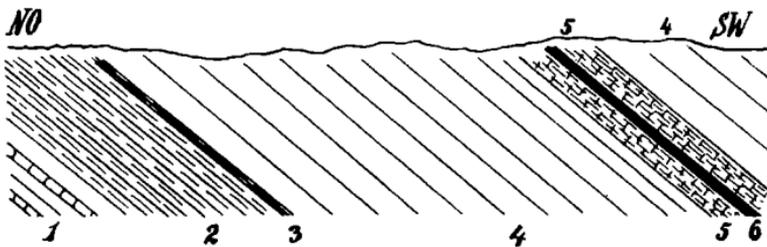


Abb. 101. Profil der kohleführenden Schichtenreihe bei Perkose. 1 = Mergel und Süßwasserkalke mit Pflanzenresten und Micranellianen. 2 = Bituminöse Mergel. 3 = Unreiner Kohlenschmitz. 4 = Cyprismergel. 5 = Letten. 6 = Kohlenflözchen. (Weitere Erläuterung im Text.)

sofort dunkel rotbraun gefärbt. Ihr Schwefelgehalt ist stets beträchtlich. Partialanalysen des Lignites *a* und der Streifenkohle *b* ergaben die folgenden Halte:

	<i>a</i>	<i>b</i>
Hygroskopisches Wasser	22·04 %	12·45 %
Asche	6·38 %	29·20 %
Gesamtschwefel	1·56 %	5·82 %
Heizwert nach Berthier	4446 Kal.	3182 Kal.

Der große Unterschied in der Zusammensetzung der beiderlei Kohlenarten würde ihre Scheidung beim Abbau empfehlenswert machen, falls es in praktikabler Weise tunlich wäre, was möglich sein dürfte, weil, nach den Ausbissen zu urteilen, die Streifchenkohle im Flöze nur partienweise ausgebildet ist. Zu beachten wäre indessen, daß es eben diese Partien zu sein scheinen, welche die Gefahr der Selbstentzündung des Flözes erhöhen und daß es der in die Korana-Ebene ausstreichende nordwestliche Abschnitt der Tržacer Ausbißreihe ist, welcher fast nur durch Erdbrandprodukte bezeichnet wird. Es scheint daher in diesem Flözteil die Brandgefahr größer als im Selište-Riede und weiter östlich zu sein.

Die sonstigen Kohlenausbisse der Cazin-Tržacer Oligomiozänablagerung sind durchwegs minder bedeutend als die beschriebenen. Sie liegen in der Mitte der Ablagerung, vor allem in dem sich an die oben erwähnten Aufbrüche des Grundgebirges anschließenden Gelände bei Mutnik. Leider gebietet es hier in dem meist von tiefem Eluvium bedeckten Jungtertiär an ausreichenden Aufschlüssen, so daß man das Vorhandensein eines Flözes in der Regel nur nach verschwemmten Kohlenstücken, nach Kohlenschieferschmitzen oder durch kleine Einbaue festzustellen vermag. Selbst im Tale des Mutnica-Baches, dem tiefsten Einschnitte der Gegend, in welchem natürliche Aufschlüsse zu gewärtigen wären, sind nur die durchwegs auf dem linken Ufer befindlichen Grundgebirgsschollen bei Terstovac. auf der Ostseite des Burghügels von Mutnik, wo jetzt die Džamia steht, und im Debelo brdo offen (vgl. Abb. 98), während das angrenzende Jungtertiär ebenfalls verschwemmt und bewachsen ist. Etwas über 1 km südwestlich von der Burgruine und Džamia von Mutnik sind am Fuße des sogenannten Visoki brijeg, dann auf einem Felde des D. Sabić und im Buschriede Osoje mehrere, sich in einen südostnordwestlichen, über 1 km langen Zug anreihende Punkte bekannt, wo Anzeichen einer Kohlenführung vorhanden sind, bzw. wo Kohle aufgedeckt werden kann. Einen Ausbiß eines kaum 0·5 m starken, flach nach

Südwesten einfallenden, unreinen Flözchens fand ich nur im tiefen Einriß des Osoje-Bächleins so weit offen, daß seine Unterlagerung durch blaugraue, lettig zersetzte Mergel und seine Bedeckung mit lichterem, *Melania Pilari* Neum. einschließenden, nach aufwärts in schichtige graugelbe Cyprismergel übergehenden, etwas sandigen Tonmergeln festgestellt werden konnte. Auch auf der Nordseite des Burgberges von Mutnik und östlich vom Orte, etwa halbwegs zwischen der Mutnica und dem Čuprija-Bache, werden jetzt lehmbedeckte und vertragene Stellen gezeigt, wo ehemals Ausbisse von Kohlenschmitzen zu sehen gewesen sein sollen.

Diese Vorkommen dürften von ähnlicher Art gewesen sein wie die Kohlenschmitzen, welche im Hohlwege östlich von Perkose (südöstlich von Mutnik) aufgeschlossen sind. Das dortige Profil (Abb. 101) zeigt die folgende Schichtenfolge. Das Liegende bilden abwechselnd dünn- und größer-geschichtete, lichtweißlichgelbe oder hellgraue, teils milde und abfärbende, teils härtere Mergel, welche Pflanzenabdrücke namentlich von *Gramineen* und *Fraginus*-Blättern einschließen und in welchen auch die oben erwähnte *Micromelania* auftritt. Darüber folgt eine etwa 3 m mächtige Reihe von bituminösen, braunen und dunkelgrauen, lagenweise viel verkohlte Pflanzenspreu enthaltenden Mergeln, die in der Hangendpartie ein 15 cm starkes Flözchen von schieferiger unreiner Kohle einschließen, worüber etwa 10 m mächtige, graue, grobschichtige *Cypris*-Mergel mit *Melanopsiden* und in den hangendsten mehr schieferigen Lagen mit *Planorben* liegen, worauf wieder ein zirka 12 cm starkes, von grauen Letten begleitetes Kohlenschmitzen folgt und darüber als Abschluß des Profiles in ansehnlicher Mächtigkeit *Cypris*-mergel, die jenen in der Mitte des Profiles gleichen, liegen.

Auch weiter östlich zwischen Gradina und Slatina sind vor längerer Zeit Kohlenschmitze aufgedeckt worden, laut Angabe der Anrainer namentlich in der rechten Talböschung des Mutnicabaches südwestlich von der Džamija von Slatina. Die Stellen sind jedoch heute verrollt und verwachsen.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß noch an anderen als den namhaft gemachten Stellen durch Zufallsaufschlüsse Kohle zutage kommen kann, doch dürfte dadurch das Ergebnis der vorstehenden Darlegung, daß die Kohlenführung des Teiles der Oligomiozänablagerung von Cazin-Tržac östlich der Grundgebirgsaufbruchszone von Terstovac-Čajić selo ohne

erheblichen montanistischen Belang ist, kaum eine Änderung erfahren. Ein ansehnliches Kohlenvermögen ist nur im westlichen Teile der Ablagerung vorhanden, jedoch wird seine halbwegs zuverlässige quantitative Schätzung erst auf Grund von durch entsprechende bergmännische Eingriffe zu schaffenden Aufschlüssen erfolgen können. Das ziemlich gleichartige Verhalten der Flözausbisse in der Erstreckung zwischen Čajić selo, Johovica, Šturlić und Tržac läßt indessen vermuten, daß dieser ganze nordwestliche Abschnitt der Ablagerung ein im allgemeinen von Osten nach Westen an Mächtigkeit zunehmendes, überwiegend lignitische Kohle von mittlerer Qualität führendes Flöz einschließt. Wird die zwischen 1 m und 5 m schwankende Mächtigkeit im Mittel nur mit 1.5 m und das Flöz nur in einem Viertel der Erstreckung als abbaufähig angenommen, so berechnet sich bereits ein Kohlenvermögen von rund 30 Millionen Tonnen. Wie unsicher das vorläufig auch noch sein mag, auf jeden Fall besitzt die Braunkohlenablagerung von Cazin-Tržac eine nicht zu unterschätzende bergwirtschaftliche Bedeutung.

Im nördlichsten Teile der nordwestlichen Grenzausbuchtung Bosniens breitet sich beiderseits der Glinica, des größten bosnischen Zuflusses der Glina, die **Braunkohlenablagerung von Bojna** aus. Sie ist der südliche Teil einer aus Kroatien auf bosnisches Gebiet herübergreifenden kohlenführenden jungtertiären Ablagerung, welche in Bosnien immerhin gegen 40 km² einnimmt. Sie hat im Süden und Westen Trias zum Grundgebirge, u. zw. auf geringen Erstreckungen bei Aovo und östlich des Unterlaufes des Prosinja-Baches sowie auf der Nordseite des Glinicatales, südlich vom Dorfe Glinica, Werfener Schichten, sonst durchwegs Dolomit, welcher in Westbosnien vielfach die ganze obere Trias vertritt. Im Südosten, auf der Nord- und Westabdachung des Grgljevac-Rückens (465 m) liegt das Tertiär auf von Tonschiefern und Mergeln durchsetzten, zum Teil tuffitischen und von Radiolaritbänken begleiteten Sandsteinen, die wahrscheinlich dem Eozän (Flysch) angehören.

Die Ablagerung gliedert sich in zwei Stockwerke, deren unteres hauptsächlich aus Süßwasserkalken und Mergeln besteht und kohlenführend ist, während das obere von lehmigen Schottern und Sanden gebildet wird. Die Süßwasserkalke sind zumeist sinterige Algenkalke von bräunlicher Farbe, häufig durch bituminöse und eisenschüssige

Lagen gebändert, porös und weich, an der Sonne verhärtend. Die Mergel sind überwiegend gelbliche oder weißlichgrau dünn-schichtige, milde Tonmergel, die leicht zu Lehm verwittern. Nur selten gehen sie lagenweise in plattige Kalkmergel über. Die reichlich mit Lehm gemengten Hangendschotter und Sande sind stellenweise reich an Eisenkiesel- und Radiolaritgeröllen, die ausgewittert, verstreuten Augensteinen gleichen.

Leider ist in dem verwaschenen, bebauten und bewachsenen Terrain der gegenseitige Verband der beiden Stockwerke nirgends klar genug aufgeschlossen, jedoch scheint es namentlich in den Randgebieten bei Glinica, Budrimić, Kaversko brdo, Oblaj, Kurjašnica und Crkvina (wo die Gendarmeriekaserne Bojna steht), daß die Schotter eine jüngere, dem produktiven Liegendstockwerk diskordant auflagernde, durch Abtragung zerstückelte Decke bilden. Es ist möglich, daß diese Decke jungpliozänen Alters

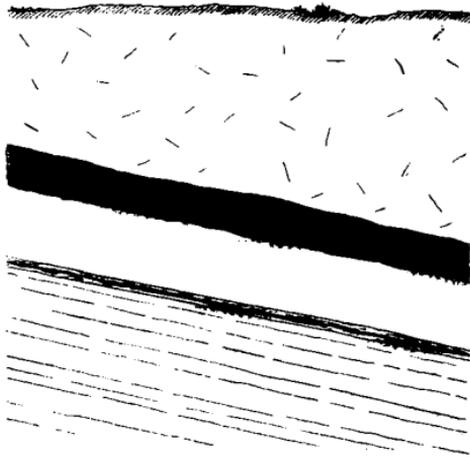


Abb. 102. Profil des Flözausbisses im Dubrovnicateale bei Bojna. (Erläuterung im Text.)

sein könnte, was in der Fortsetzung der Ablagerung auf kroatischer Seite dürfte entschieden werden können, in Bosnien aber nicht eindeutig möglich ist. Fossilienführend hat sich auf bosnischem Gebiete bis jetzt nur das Liegendstockwerk, wiewohl auch nicht in einer völlig sicheren Altersbestimmung ermöglichenden Weise erwiesen. In den milden Mergeln kommen stellenweise reichlich *Cypris* Schalen vor, ferner kleine, dünn-schalige, flachgewölbte, breitkielige *Congerien* oder *Dreissensien*, in der ziemlich veränderlichen Gestalt etwa der *Cong. minima* Brus. (nec Andr.), *Dreissensia cymbula* Brus. oder *Dreiss. Mladini* Brus. entsprechend, aber nach dem bisher vorliegenden Material nicht mit Sicherheit bestimmbar. Ferner in Begleitung der Kohle und in dieser selbst, zu weilen sehr reichlich *Planorben* (cf.

Plan. Pulici Brus.) und in den sinterigen Süßwasserkalken namentlich kleine *Melanopsiden* und *Melanien* der *Verbasensis*-Reihe, alles leider meist zerpreßt, sowie *Neritodonten* mit grünlich-brauner, glänzender Schale, in der Gestalt mit *Nerit. Barakovići* Brus. übereinstimmend, aber sich von ihr durch die größere fast ebene und völlig glatte Innenlippe unterscheidend.

Von Pflanzen kommen, abgesehen von den Algenresten in den sinterigen Süßwasserkalken, am reichlichsten Bruchstücke von *Phragmites oeningensis* A. Br., *Typha*, *Juncus retractus* Heer, in den Cyprismergeln auch Blattabdrücke von Dicotyledonen vor, darunter *Banksia* cf. *hakeaeifolia* Ung. sp., leider der milden Gesteinsbeschaffenheit wegen zumeist in mangelhafter Erhaltung. Wenn alle diese Versteinerungen an sich, wie gesagt, auch nicht zu einer sicheren Altersbestimmung der Schichten ausreichen, so scheinen sie doch auf ein höheres Alter als Pliozän hinzuweisen und für den faunistischen und floristischen Zusammenhang mit den übrigen Braunkohlenvorkommen Nordwestbosniens zu sprechen. Es möge daher der produktive Teil der Ablagerung von Bojna dem Oligomiozän zugezählt sein.

Die in der Ablagerung bis jetzt bekannten Kohlenausbisse sind unbedeutend. Im Kurjašnica-Tale und in einem linken Seitengraben des oberen Čemernica-Baches (südwestlich von Kastell Oblaj) machen sich kohlige Schmitze bemerkbar. Ein größerer Flözausbiß befindet sich im Taleinschnitte des Dubrovnic-Baches, etwa 2 km oberhalb seiner Einmündung in die Bojna. In der rechten Tallehne ist dort folgendes Profil offen (Abb. 102):

Das Liegende bildet, in einer offenen Mächtigkeit von 2·5 m, gelblich-weißer bis bräunlicher sinteriger Süßwasserkalk, welcher durch dichte, hellere und durch körnelige, dunklere, meist nur wenige Millimeter starke, häufig *Melanopsiden* und andere kleine Schnecken enthaltende Lagen gebändert erscheint. Darüber folgt eine 10 cm starke Schicht von grauem sandigem Mergel, welcher einen schwachen Kohlenschmitz einschließt, worüber wieder travertinartiger Süßwasserkalk von 1·2 m Mächtigkeit liegt, welcher das unmittelbare Liegende des Kohlenflözes bildet. Dieses ist 60 cm mächtig und enthält besonders in der Hangendpartie lagenweise angehäuften Planorben. Bedeckt wird es von Travertin von zumeist lichterem Färbung als in den Liegendschichten, der

reich an Algenresten, leicht und porös ist und eine Menge von *Melania verbasensis* Neum. einschließt. Die ganze Schichtenreihe fällt unter 11° nach Nordosten (2 Stunden i. M.) ein.

Die Kohle ist überwiegend von derber moorigerdiger Beschaffenheit, braunschwarzer Farbe, ebensolchem Strich und mattem Glanz, jedoch nesterweise durchsetzt von gepreßten lignitischen Partien. Demgemäß ist auch ihre Durchschnittsqualität gering. Eine Partialanalyse der Ausbißkohle ergab:

Hyroskopisches Wasser.....	19·28 %
Asche	30·02 %
Schwefel.....	9·14 %
Entgasungsrückstand.....	58·65 %
Heizwert nach Berthier	2948 Kal.

Eine Kohle von dieser Qualität dürfte trotz der Holzarmut der Gegend, auch wenn das Flöz mächtiger und abbaufähig wäre, schwierig verwertbar sein; doch würde es sich vielleicht empfehlen, mittels Bohrungen zu untersuchen, ob in der Ablagerung nicht ein tieferes besseres Kohlenflöz vorhanden ist.

Geologische Karte der nördlichen kohlenreichen Hälfte der Zenica—Sarajevoer Braunkohlenablagerung.

Aufgenommen (i. J. 1902) von Dr. Friedrich Katzer.



Produktive Liegendstufenreihe, umfassend die in der folgenden Erläuterung näher bezeichneten vier Stufen. Sie fällt einseitig südwestwärts unter die höheren unproduktiven Schichtenstufen ein.

Hangendmergel und Tegel, welche die unmittelbare Decke der produktiven Schichtenreihe bilden und unter welchen die Kohlenflözse jedenfalls auf eine gewisse Erstreckung (mindestens 3 bis 4 km von Ausbitt) im Verfließen anhalten. Diese Ausbittzone enthält den Hauptanteil des Kohlenvorrates der Ablagerung.

Hangendkonglomerate, unter welche die produktive Schichtenreihe wahrscheinlich zum Teil nicht mehr hinabreicht und unter welchen, soweit es der Fall ist, die Flözse schon so tief liegen, daß ihr Abbau kaum mehr ökonomisch durchführbar sein dürfte.

Transgredierende jüngste Bildungen des Binnenlandtertiärs.

Quartär

a	am	f	q
Alluvium u. Taldiluvium.	Moor.	Kalkuff.	Terrassen- u. Hochdiluvium.

Binnenland-Oligozän

mi	ok	om	os	is	lo	ik			
Hangend-Schichtzone (im Bereiche des Blattes wesentlich kaolinische Tone u. Letten).	Konglomerat u. Sandstein, in der Liegendpartie von Mergeln durchzogen.	Karabirliche Mergel u. sandige Tegel, erstere im nordwestlichen, letztere im südöstlichen Verbreitungsgebiete vorherrschend, in der Hangendpartie von Sandsteinbänken durchsetzt.	Süßwasserkalke u. Kalkmergel, meist sandigen, z. T. bläulichen Tegel- und Schiefer-tonen. (Kohlenreiches Glied des Tertiärs).	Ausbittlinie des Hauptflözes (wegen ihrer Wichtigkeit als Leitlinie für den Bergbau kräftig hervorgehoben).	Gleich dem Hauptflöz in der os-Schichtzone ein geschichtetes Hangend- (H) und Liegend- (L) Flöz sowie Kohlenausbittzone der Hauptflözgruppe über-	Meist eisenschlämige Sandsteine, meist plattigen Süßwasserkalke u. untergeordnet Mergel u. Eisen-gesteinsbänken.	Flözabzisse der Liegendflözgruppe.	Bituminöse Süßwasserkalke, z. T. oolithisch.	Konglomerat, oft rot oder bunt gefärbt.

Mittlere Schichtzone mit der Hauptflözgruppe.

Liegendstufenzone mit der Liegendflözgruppe.

Kreide

t	k	ko
Tuffitische Sandstein, vielfach durchzogen von Mergeln u. Ton-schiefern (Physchig) Ausbildung, z. T. Eozänf.	Grobhauiger bis mauliger, lichter Kalk der Oberkreide.	Nicht näher gliederter Komplex von sandigen Kalken, Körnkalken und dünn-schichtigen bis plattigen, oft stark transversal zerklüfteten, grauen und bunten Kalken. Letztere wohl wesentlich Neokom, erstere jünger.

Mesozoisch i. a.

i
Erblichere Vorkommen von im allgemeinen mesozoischen Radiolarit (Eisenkiese), Halb-jaspis.

Jura

ii
Fucoiden-Mergelkalk u. Schiefer, z. T. paläok. als Jura (Lias-Loger) erwiesen, jedoch vielfach Kreide in Flechtstein mitumfassend.

Trias

tk	td	tw	ts
Kalke der mittleren Trias.	Dolomit u. Zellenkalk	Schiefer der Werfener Schichten. Untere Trias.	Sandsteine

Paläozoisch

ph
Phyllit, stellenweise in geotaktische, schieferartige Schiefer übergehend.

Eruptivgesteine

π	α	β	γ	σ
Quarzporphyr zwelien geschiefert (Porphyroid).	Melaphyr.	Gabbro.	Amphibolit.	Serpentin.

Fe = Eisenerz. Mn = Manganerz. Or = Chromerz. Pb = Bleierz, z. T. mit Zinkblende u. Kupfererz. S = Schwefelkies. Q = Quarz.

Wichtigste Störmglinien.

Mineralquellen (Säuerlinge).

Schichtenlagerung.

Maßstab 1:75,000

Herausgegeben von der bosn.-herzeg. Landesregierung, Sarajevo, 1918.

Ausgeführt im k. u. k. Militärgeographischen Institute, 1918.