© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die geologische Entwicklung der Braunkohlenablagerung von Zenica in Bosnien.

Von

Dr. Friedrich Katzer,

bosn.-herzeg. Landesgeologen.

Die im Sommer 1901 vorgenommene geologische Kartierung eines großen Teiles der ausgedehnten Zenica-Sarajevoer Braunkohlenablagerung gab Anlaß zu Aufsammlungen der in gewissen Schichten reichlich auftretenden Fossilien, von welchen insbesondere die Pflanzenversteinerungen an mehreren Punkten systematisch ausgebeutet wurden. Die Bestimmung und Bearbeitung dieser Reste wurde von dem ausgezeichneten Kenner der tertiären Floren, Prof. H. Engelhardt in Dresden, übernommen, dessen bezügliche Abhandlung[1]) einen weiteren wichtigen Beitrag zur Kenntnis der fossilen Pflanzenwelt Bosniens bedeutet.

Da die von Prof. Engelhardt beschriebene Flora nicht nur von verschiedenen Fundpunkten, sondern auch aus Schichten von ziemlich verschiedenem Alter stammt, so gelangen die phytopaläontologischen Ergebnisse zur vollen Geltung erst bei Berücksichtigung der stratigraphischen Verhältnisse der Gesteinsreihe, auf welche sich die fossilen Pflanzenreste verteilen. Es dürfte daher nicht unerwünscht sein, den geologischen Aufbau der Zenica-Sarajevoer Braunkohlenablagerung etwas näher kennen zu lernen.

Die ihres Reichtums an hochwertigen Braunkohlen wegen wichtige Ablagerung besitzt in ihren verschiedenen Teilen eine ungleiche Entwicklung, was sich aus den wechselnden Bildungsverhältnissen innerhalb der umfangreichen Ablagerungsstätte leicht erklärt. In der engeren Umgebung von Zenica ist der Aufbau namentlich in bezug auf die Flötzführung reich gegliedert und stellt sich wie folgt dar:

Das tiefste Schichtenglied sind grüngraue bis dunkelgrüne, fein- bis mittelkörnige Sandsteine mit mergeligem Bindemittel, welche, von Mergelschiefern durchschossen, nach oben in lettige Mergel übergehen und namentlich in der tieferen Abteilung von konglomeratigen Lagen durchsetzt werden. Den Hauptbestandteil der meist mürben Sandsteine bildet chloritisierter Detritus von basischen Eruptivgesteinen (Diabas, Gabbro, Melaphyr) und von Serpentin, welche die Farbe des Gesteins bedingen. Der zuweilen recht bedeutende Glimmergehalt erteilt manchen Lagen das

---

[1]) Sie folgt weiter unten in diesen Mitteilungen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Gepräge älterer Glimmersandsteine. Die bankweise auftretenden Konglomerate enthalten häufig neben den vorherrschend grünen Geröllen auch gelbe und rote Eisenkiesel- und Jaspisbrocken. Vielfach besitzen sie ein tonig-ockeriges Bindemittel und gehen selbst in hocheisenschüssige Bänke über, an deren Verlauf man in offenen Profilen, wie z. B. am linken Bosnaufer unter Drivuša, die zahlreichen kleinen Störungen, von welchen das Gebirge betroffen wurde, deutlich verfolgen kann. Die Schichtung der mergeligen Liegendsandsteine ist oft wenig deutlich, einmal deshalb, weil sie zu grobbankig zu sein pflegt, wobei die Mächtigkeit der einzelnen Bänke selbst 3 *m* übersteigt, wodurch in unzulänglichen Entblößungen ein ungeschichtet massiger Eindruck bewirkt wird; und zweitens deshalb, weil sie im leicht zersetzbaren Gestein verwischt wird. Der Sandstein ist erdfeucht nämlich an sich schüttig und die lettigen Zwischenschichten verursachen häufig Verrutschungen. Lagenweise wird er lufttrocken zwar hart und zähe, häufiger aber löst er sich selbst bis zu losem Sande auf.

Die Mächtigkeit dieses tiefsten Schichtengliedes der Braunkohlenablagerung im engeren Gebiete von Zenica ist anscheinend sehr wechselnd, jedoch der unzulänglichen Aufschlüsse und der mehrfachen Störungen wegen nicht verläßlich abzunehmen. Sie dürfte jedoch kaum mehr als 50 *m* betragen.

In den lettigen Mergeln der hangendsten Partie ist ein Kohlenflötz eingeschaltet, welches im scharfen Umbug der Bosna südlich von Tetovo im Niveau des Flusses einigermaßen aufgeschlossen ist. Die Kohle ist am Ambiß schieferig und anscheinend nicht abbauwürdig. Es scheint übrigens nur eine lentikuläre Einlagerung ohne streichendes Anhalten zu sein. Die größte Mächtigkeit dürfte etwa 3 *m* betragen. Im Hangend des Flötzes, welches wir als erstes (liegendstes) Liegendflötz bezeichnen wollen, sind dem sandigen graugrünen Letten einige Bänke von dichtem, muschelig hochkieseligem Mergelkalk eingeschaltet, der unregelmäßige hornsteinartige Konkretionen enthält, und weiter aufwärts kommen Einlagerungen von eisenschüssigem Sandstein vor, an welchen Gesteinen, vermöge ihrer größeren Härte, die Lagerung am besten ausgeprägt ist. Die Schichten verflächen im Mittel unter 18° nach 15^h (Südwesten).

Weiter aufwärts folgen graue bis graugrüne, etwas sandige Mergel, die hellgrau verwittern und nur stark zerpreßte, spezifisch nicht bestimmbare Petrefakten enthalten, vornehmlich der Gattungeu *Fossarulus* und *Limnaea*. Diesen Mergeln sind einige von ebenfalls sandigen, dunkelgrauen oder grüngrauen Letten begleitete Kohlenschmitze eingeschaltet, die den Vorläufer eines bis 8 *cm* mächtigen Kohlenflötzes bilden, welches als zweites Liegendflötz bezeichnet und in den Gruben von Zenica abgebaut wird.[1])

Im Hangend dieses Flötzes tritt eine Schichtenserie auf, deren Mächtigkeit bei Zenica auf 200 *m* geschätzt werden kann. Sie besteht hauptsächlich aus Mergeln von hellgrauer bis dunkelbräunlichgrauer Farbe, von meist dichter Beschaffenheit und muscheligem Bruch, die gewöhnlich wohlgebankt, zum Teile dünnschichtig zäh, und splitterig, seltener mehr tonig und schieferig sind. Durch Verwitterung nehmen sie infolge der Oxydation des Bitumens fast weiße Farben an, wie dies namentlich am sogenannten Biel put von Podbrezje herauf gegen Stranjane ersichtlich ist.

Dieser Horizont ist stellenweise reich an Pflanzenresten, von welchen am genannten Biel put die folgenden gesammelt wurden:

---

[1]) Über die Beschaffenheit und detaillierte Ausbildung der einzelnen Flötze siehe: J. Grimmer, Das Kohlenvorkommen von Bosnien und der Herzegowina. Wiss. Mitteil. aus Bosn.-Herz., VIII. Bd. 1901, S. 79 ff.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Phragmites oeningensis Al. Br.
Quercus lonchitis Ung.
Castanea ungeri Heer.
Fagus feroniae Ung.
Rhamnus gaudini Heer.

Diese kleine Liste gibt von dem Reichtum der Flora keine Vorstellung; er beruht in der großen Menge von Blattabdrücken derselben Art. Am reichlichsten finden sich Blätter von *Castanea ungeri*, so daß zur Bildungszeit der Schichten des Biel put in der Nähe ein Kastanienwald, der von Buchen, Eichen und Kreuzdornbäumen durchsetzt war, seinen Standort gehabt haben muß.

In der hangendsten Partie der Mergel, die nicht selten als bituminöse plattige Mergelkalke entwickelt ist, treten an einigen Stellen, wie z. B. am rechten Bosnaufer, etwa halbwegs zwischen der Zenicaer Brücke und Kamberović, oder am linken Ufer im Flußeinschnitte etwa 500 *m* vor dem Bahnwächterhause Nr. 55, lagenweise reichlich jene fruchtartigen Körperchen von etwa 5 *mm* Länge und 1—2 *mm* Breite auf, deren befriedigende Deutung bis jetzt nicht gelungen ist und welche Engelhardt als *Carpolithes valvatus* nov. sp. anführt.

Von tierischen Resten liegen in denselben Schichten stellenweise massenhaft angehäuft große Unioniden (*Lampsilis* sp.), wie insbesondere unterhalb des besagten Bahnwächterhauses und bei der Jagodić-Mühle bei Podbrezje nordwestlich von Zenica; minder häufig große Limnäen und *Fossarulus* cf. *tricarinatus* Brus. Der ungünstige Erhaltungszustand der Fossilien gestattet eine genauere Bestimmung leider nicht.

Über diesen von einigen Kohlenschmitzen durchschossenen Schichten folgt ein bei Zenica 1·2 *m* mächtiges Kohlenflötz, welches, von unten aufwärts gezählt, als drittes Liegendflötz zu bezeichnen ist. Es wird überlagert von etwa 35 *m* mächtigen sandiglettigen, untergeordnet mergeligen Schichten, die eine gewisse petrographische Ähnlichkeit mit den chloritischen grüngrauen Gesteinen der liegendsten Partie der Ablagerung besitzen. Sie führen ebenfalls schichtweise reichlich Fossilien, namentlich Limnäen und Fossarulen, deren Erhaltungszustand leider alles zu wünschen übrig läßt. In der Grube macht sich dieses Gesteinsglied durch das starke Blähen der Letten höchst unangenehm bemerkbar.

Nun folgt das bei Zenica 9·5 *m* mächtige Hauptkohlenflötz, über welchem eine Schichtenfolge von ziemlich zähen, mehr oder minder sandigen Kalkmergeln liegt, die am frischen Anbruch licht- und dunkelgraue und braune Farben besitzen, durch Verwitterung aber hellgelblichgrau oder grauweiß werden. An offenen Lehnen, wie z. B. an der Bosna in der Nähe des Eisenwerkes, oder entlang der Straße östlich von Zenica in der Nähe des Bahnwächterhauses Nr. 55, erscheinen diese Kohlenmergel licht- und dunkelgrau gebändert, was seinen Grund teils in der bänderweise erfolgten Anreicherung mit Bitumen, teils im Wechsel von zähen kalkigen (dunkeln) mit milderen tonigen (lichten) Lagen hat. Der Wechsel von mehr kalkigen und wieder mehr tonigen oder von mehr oder weniger bituminösen Bändern stört die Konsistenz des Gesteins so wenig, daß metergroße Blöcke abgesprengt werden können, durch welche die Bänderung quer durchlauft, ohne eine Absonderung zu bewirken. An manchen Entblößungen, wie z. B. in der ganzen Erstreckung am rechten Bosnaufer zwischen Radakovo und Klopce, erscheint das Gestein, offenbar durch vollständige Oxydation des Bitumens, völlig weiß und mürbe, sandig abreiblich. Diese Schichtenreihe, welche bei Zenica im Mittel 40 *m* Mächtigkeit besitzt, enthält mehrere — in der Lehne an der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Bosna in der Nähe des Bahnwächterhauses Nr. 55 nicht weniger als 5 — Kohlenflötzchen von 5 bis 20 *cm* Mächtigkeit eingeschaltet und wird überlagert von einem Flötz von lokal ansehnlicher, jedoch stark veränderlicher Mächtigkeit: dem Hangendflötz von Zenica. Im engeren Bergbaugebiete von Zenica beträgt die Mächtigkeit desselben 4 *m*, 3 *km* östlich nur mehr 1 *m*, 8 *km* weiter südöstlich fehlt es gänzlich. Ebenso fehlt es nordwestlich von Zenica, wo es jedoch abgetragen zu sein scheint. Im unmittelbaren Liegend des Flötzes pflegen die Schichten von algenartigen Gebilden bedeckt zu sein, die wohl als Kriechspuren zu deuten sein dürften. Ähnliche Gebilde treten auch hoch im Hangend der Ablagerung auf, hier wie dort stets nur in Schichten mit zahlreichen Limnäenresten (*Limnaea* cf. *socialis* Schübl).

Die dichten, oft braunen, bitumenreicheren Lagen der Schichten im Liegenden des Hangendflötzes pflegen überfüllt zu sein mit leider meist völlig zerpreßten Schalen und Deckelchen von *Fossarulus tricarinatus* Brus.; ganz besonders häufig führen diese Schichten jedoch mit einem flachen Saume umgebene und dadurch geflügelt erscheinende, an der Oberfläche körnelige Samen, die in der bisherigen Literatur vielfach mit Unrecht auf *Pinus praesilvestris* Ung. bezogen worden sind. Prof. Engelhardt beschreibt dieselben unter den Namen

Carpolithes alatus nov. sp. und
Carpolithes foveatus nov. sp.

Das in der ganzen Zenicaer Braunkohlenablagerung überraschend gleichartige Auftreten dieser „Samen" in ungeheurer Menge in einem mächtigen Schichtenkomplex, der sonst an Pflanzenresten vergleichsweise überaus arm genannt werden muß, und ihr ständiges Zusammenvorkommen mit ebenfalls massenhaft auftretenden Fossarulen sind Tatsachen, die vorläufig unaufgeklärt bleiben.

Über dem Hangendflötz folgen bei Zenica zunächst stark bituminöse, dunkelgraue, verwittert braune, meist zähe, klingende, dünnplattige Mergelkalke, welche lagenweise sehr reichlich *Fossarulus pullus* Brus. führen und nach obenzu in hellgraue, muschelig brechende wohlgeschichtete Mergelkalke übergehen, die stellenweise zahlreiche Blattabdrücke und sonstige Pflanzenreste enthalten. In den tieferen Lagen tritt *Glyptostrobus europaeus* Brong. in solchen Mengen und so vorzüglichem Erhaltungszustande auf, daß diese Schichten zutreffend als *Glyptostrobus*-Schichten bezeichnet werden können. Mit den *Glyptostrobus*-Resten pflegen in denselben kleine Zweischaler der Gattungen *Pisidium* und *Sphaerium*, leider fast durchwegs nur als Steinkerne erhalten und verdrückt, in Menge vorzukommen. Dicotyledonenblätter sind hauptsächlich in der hangendsten Partie des Komplexes konzentriert, wo sich auch Fischreste und ein Froschskelett vorgefunden haben.

Von Prof. Engelhardt wurden aus diesen Schichten vom Bahnwächterhause Nr. 55 die folgenden Pflanzenreste bestimmt:

Phragmites oeningensis Al. Br.
Glyptostrobus europaeus Brong. sp.
Myrica hakeaefolia Ung. sp.
Betula brongniartii Ett.
Albus kefersteinii Göpp. sp.
Quercus lonchitis Ung.
Quercus myrtilloides Ung.
Castanea atavia Ung.
Ficus lanceolata Heer.
Cinnamomum scheuchzeri Heer.
Acer trilobatum Stbg. sp.

Einen ähnlichen floristischen Charakter besitzen diese Schichten überall, wo sie entwickelt sind: immer herrscht *Glyptostrobus europaeus* durchaus vor, wozu sich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

vornehmlich *Acer*-Arten gesellen, während die übrigen Blattreste mehr zurücktreten.[1])

Die ganze Gesteinsstufe ist bei Zenica über 200 *m* mächtig, beschränkt sich in anderen Teilen der Ablagerung aber auf wenige Meter oder fehlt auch ganz, was nicht sowohl in einem Auskeilen, als vielmehr in tektonischen Störungen und Erosionsvorgängen seinen Grund hat. Denn die nächst höher folgenden Schichten scheinen an einigen Stellen der Ablagerung, wie z. B. im Gebiete von Podbrezje nordwestlich von Zenica, transgredierend auf älteren Schichten zu liegen, so daß zwischen ihnen und der Unterlage eine mehr weniger mächtige Schichtenreihe des Gesamtprofiles fehlt. Bei normaler Entwicklung allerdings ist der Übergang von den Mergelkalken zur nächst höher folgenden Schichtenstufe ein allmählicher, wie namentlich bei Prasnice und Drivuša südöstlich von Zenica beobachtet werden kann.

Diese nächst höhere Schichtenstufe besteht aus blaugrauen bis schwärzlichen, dünnschichtigen, meist bröckeligen und schüttigen, seltener plattigen, oft etwas sandigen Tonmergeln, welche sich durch Verwitterung in einen schweren, braunen, schmierigen Lehmboden auflösen. Sie ist auf der linken Seite des Bosnaflusses südlich von Zenica stark verbreitet. Bei Drivuša und besonders in der Erstreckung von Potok und Prasnice über Razpotočje gegen Stara Zenica besitzt sie über 300 *m* Mächtigkeit, wogegen sie an anderen Orten wieder sehr zusammenschrumpft. Dies ist der Fall hauptsächlich dort, wo sie von groben Sandsteinen und Konglomeraten durchsetzt oder überlagert wird. Durch dieses Abhängigkeitsverhältnis und die oftmalige Wechsellagerung, welche z. B. bei Vražalj südlich von Zenica vortrefflich verfolgt werden kann, erscheinen die beiden petrographisch so verschiedenen Gesteine als heteropische Bildungen. Westlich von Zenica sind die Konglomerate auf Kosten der schüttigen Tonmergel, südöstlich von Zenica dagegen diese letzteren auf Kosten der Konglomerate zur mächtigen Entwicklung gelangt. Innerhalb der Konglomeratstufe verändern die Mergel insofern ihre Beschaffenheit, als sie sandiger und fester werden.

Die Konglomerate bestehen wesentlich aus Kalk- und Dolomitgeröllen, die lokal, wie z. B. bei Stara Zenica bis zu 0·5 *m* Durchmesser erreichen, meistens aber kleiner sind und vielfach selbst bis zur Größe grober Sandsteinkörner herabsinken. Zu ihnen gesellen sich Gerölle von Phyllit, Sandstein, Mergel und wenig Quarz. Die feinkörnigen Abarten werden als Baustein verwendet; die groben zähen Konglomerate bilden auf den Rücken der Berge häufig burgähnliche Erosionsformen. Westlich von Zenica in den nördlichen Gehängen an der Straße nach Čajdraš enthalten manche Bänke der zwischen die Sandsteine und Konglomerate eingeschalteten Mergel, die hier vorwaltend eine rötliche Farbe besitzen, zahllose Fossilien. Von tierischen Resten sind es insbesondere:

Congeria croatica Brus.
Congeria fuchsi Pil.
Congeria cf. *zagrabiensis* Brus.
Limnocardium sp.
Melania escheri Mer.
Melanopsis arcuata Brus.
Melanopsis cf. *visianiana* Brus.
Limnaea sp.

Sehr häufig sind in gewissen Lagen algenartige Kriechspuren. Bei Razpotočje liegen in diesen Schichten neben kleineren Schnecken zahlreiche *Cypris*-Schalen.

---

[1]) Hauptsächlich aus diesen Schichten dürften die bisher von Zenica ohne nähere Herkunftsangabe angeführten Pflanzenreste stammen. Es sind die von D. Stur bestimmten Arten: *Glyptostrobus europaeus, Sequoia sternbergii, Cupania juglandina* Ett., cf. *Celastrus andromedae* Ung., cf. *Celastrus dubius* Ung. und eine schon von Rzehak erwähnte Flügelfrucht von *Pinus* cf. *praesilvestris* (vgl. E. Tietze, Grundlinien

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Von Pflanzenresten kommen in den Mergeln vor:

Phragmites oeningensis A. Br.
Glyptostrobus europaeus Brong. sp.
Cinnamomum polymorphum A. Br. sp.

Namentlich *Cinnamomum*-Blätter finden sich sehr häufig, und zwar nicht nur hier, sondern in den Schichten desselben Horizontes in der ganzen Zenica-Sarajevoer Ablagerung.

Mit der mehrere hundert Meter mächtigen Konglomeratstufe findet die Entwicklung der Braunkohlenablagerung im engeren Gebiete von Zenica nach oben zu ihren Abschluß, denn die nordwestlich von Zenica bei Stranjane bis Pojska und dann weiter gegen Travnik zu auftretenden hellgelben, bräunlich verwitternden, plattigen, etwas mergeligen oder sinterigen Süßwasserkalke liegen in fast schwebender Lagerung einerseits unmittelbar auf den Hangendschichten des ersten und zweiten Liegendflötzes, anderseits auf den Kalksteinen des Grundgebirges auf, durch welchen letzteren Umstand die petrographische Beschaffenheit dieser Gesteinsstufe ebenso bedingt wird wie überall in den Tertiärablagerungen Bosniens, wo die Süßwasserkalke und Tuffe entwickelt sind. Das relative Alter derselben läßt sich bei Stranjane, da die zwar recht reichlichen, aber leider meist ganz zerdrückten Schnecken (Limnäen und Melanien) und die ebenfalls vorkommenden Pflanzenreste keinen zureichenden Anhalt dazu liefern, vorläufig nicht genau bestimmen.

Aus der vorstehenden gedrängten Darstellung ergibt sich für die Braunkohlenablagerung im engeren Bezirke von Zenica die nachstehende Schichtenfolge:

Oben.

14. Süßwasserkalke (diskordant auflagernd).
13. Kalkkonglomerate, durchschossen von lokal versteinerungsreichen Mergeln, bis 600 *m* mächtig.
12. Schüttige Mergel, zum Teile sandig, in schmierigem Lehm verwitternd, bis 300 *m* mächtig.
11. Dünnplattige Mergelkalke, reich an Blattabdrücken und *Glyptostrobus*-Resten (*Glyptostrobus*-Schichten), bis 200 *m* mächtig.
10. Hangend-Kohlenflötz, bei Zenica 4 *m* mächtig.
9. Kalkmergel, etwas sandig, voll *Carpolythes alatus* und *Carpolithes foveatus*, durchschossen von einigen Kohlenschmitzen. 40 *m* mächtig.
8. Haupt-Kohlenflötz, bei Zenica 9·5 *m* mächtig.
7. Lettenmergel, zum Teile blähend, 35 *m* mächtig.
6. Oberstes (drittes[1]) Liegendflötz, bei Zenica 1·2 *m* mächtig.
5. Graue Mergel, in der Hangendpartie von Mergelkalken durchschossen und lagenweise reich an Unionideen und *Carpolithes valvatus*, bis 200 *m* mächtig.

---

der Geologie von Bosnien-Herzegowina, 1880, S. 149); sowie ferner die von F. Krasser (Annalen des k. k. naturhistorischen Hofmuseums V, 1890, S. 91) bestimmten Abdrücke: *Glyptostrobus europaeus* Brogn. sp., *Zostera ungeri* Ett., ? *Alnus nostratum* Ung., *Parottia pristina* Ett., ? *Fagus feroniae* Ung., *Salix aquitanica* Ett., *Persea heerii* Ett., *Bombax chorisaefolium* Ett., *Celastrus persei* Ung., *Acer ruminianum* Heer, *Acer crenatifolium* Ett. und ? *Pterocarya denticulata* Web.

[1]) Beim Kohlenbergbau in Zenica wird dieses oberste Liegendflötz gewöhnlich als erstes und das unterste als drittes bezeichnet, da man vom Hauptflötz nach abwärts zählt. Es sei hervorgehoben, daß Herr Bergdirektor F. Richter die allgemeine Schichtenreihenfolge schon früher richtig erkannt und wohl als erster in ein für die nähere Umgebung von Zenica völlig zutreffendes System gebracht hat.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

4. Mittleres (zweites) Liegendflötz, bei Zenica 8 *m* mächtig.
3. Grüngraue sandige Mergel, in der Liegendpartie von kieseligen Mergelkalken durchschossen, etwa 250 *m* mächtig.
2. Unterstes (zweites) Liegendflötz, bei Zenica höchstens 3 *m*, meist aber weniger mächtig.
1. Grüngraue Mergelsandsteine und Konglomerate, etwa 50 *m* mächtig.

Unten.

Die Mächtigkeit der Braunkohlenablagerung erreicht somit bei Zenica rund 1700 *m*.

In der Erstreckung gegen Südosten erfährt die Entwicklung der Ablagerung mancherlei Veränderungen, welche im einzelnen zu verfolgen hier nicht beabsichtigt wird, zumal es vor Beendigung der geologischen Aufnahme der Gesamtablagerung nicht durchwegs in gleichem Maße möglich wäre. Nur in Kürze sei bemerkt, daß diese Änderungen hauptsächlich sind:

1. die petrographisch verschiedene und sehr mächtige Entfaltung der hangenden Konglomeratstufe (13 des vorstehenden Zenica-Profils);

2. die gedrängte Ausbildung der mittleren kohlenführenden Schichtengruppe von Zenica (5—11);

3. die Entwicklung eines tiefen Liegendflötzzuges im südöstlichen Randteile der Ablagerung, welcher bei Zenica fehlt; und

4. das Auftreten einer dort gleichfalls fehlenden jüngsten lignitführenden Schichtenreihe noch über der Konglomeratstufe in der südwestlichen Erstreckung der Ablagerung.

Infolge dieser Veränderungen weist die Zenica-Sarajevoer Braunkohlenablagerung in ihrer Haupterstreckung südöstlich von der Bosna und Lašva oder etwa südlich von der Linie Kakanj-Busovača eine von jener im engeren Gebiete von Zenica recht verschiedene Entwicklung auf. Als Beispiel derselben sei die Gliederung des Braunkohlengebirges in der Gegend von Kakanj-Doboj angeführt.

Hier liegen auf dem Grundgebirge lokal zunächst grobe Konglomerate, welche zu bedeutenden Höhen aufsteigen. Es sind dieselben, welche schon E. Tietze[1]) als die unterste Abteilung des Tertiärgebirges dieser Gegend aufgefaßt hatte. Sie sind dort, wo sie Tietze kennen lernte, nämlich in Sutjeska (sw. von Vareš), einige hundert Schritte vom Kloster an der Trstienica abwärts im rechten Talgehänge sehr gut aufgeschlossen, besitzen hier jedoch nur eine sehr beschränkte Verbreitung. Ihre Hauptentwicklung erlangen sie nordwestlich von Zgošća auf dem Südostabfalle des Kičevo brdo in der Umgebung von Mramor. Hier wie dort sind sie lebhaft rot gefärbt und dadurch schon von weitem kenntlich. Sie bestehen hauptsächlich aus Kalkgeröllen, darunter auch solchen eines roten Mergelkalkes; ihre intensive Färbung stammt jedoch vom kalkigen Terra rossa-Bindemittel.

Südöstlich von Sutjeska sind entlang des Randes der Ablagerung Kalkkonglomerate nur schwach entwickelt, wie z. B. bei Vardišće (bei Dabravine südlich von Vareš), wo sie in einer Auslappung des Tertiärgebirges in einer kleinkörnigen, nicht roten Ausbildung im Verbande mit Sandsteinen auftreten.

Etwas jünger oder teilweise gleich alt mit den Konglomeraten sind Süßwasser-Plattenkalke und Mergel, welche, sich ebenfalls am Rande der Ablagerung und unmittel-

---

[1]) Grundlinien der Geologie von Bosnien-Herzegowina. Wien 1880, S. 148.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bar den Kalken des Grundgebirges auflagernd, in einer großen zusammenhängenden Erstreckung von Kovaći über Živalji und das Božić-Gehöfte bis gegen Zgošča hinziehen. Ihre Fortsetzung finden diese Süßwasserkalke in einem minder mächtigen Zuge, der sich entlang des Kalkgrundgebirges von Crnće über Polje gegen Bjelavoda erstreckt. Hier ist die Entwicklung, namentlich in Polje, die eines echten Travertin, wogegen die Ausbildung in der großen Erstreckung, besonders bei Živalji und unterhalb der Filipoviće kuće diejenige eines dichten oder etwas sandigen, plattigen, mergeligen, klingenden Süßwasserkalkes ist, der einen ausgezeichneten Baustein abgibt und zu diesem Zwecke auch in mehreren Steinbrüchen gewonnen wird.

Anders geartet sind die Süßwasserkalke unmittelbar unterhalb Sutjeska, wo sie einer aufgepreßten Triaskalkklippe angelagert sind und wahrscheinlich durch mit den tektonischen Störungen zusammenhängende Kalkquellenausbrüche beeinflußt worden sein dürften. Sie sind zum großen Teile breccienartig ausgebildet und führen Aragonitsintermasse. Sekundär ist reichlich wasserklarer Kalzit ausgeschieden. Diese Süßwasserkalke sind reinere Kalkausscheidungen als die ersterwähnten und führen daher auch eine andere Fauna, nämlich fast ausschließlich *Helix* cf. *steinheimensis* Klein, während in den ersteren mehr tonigen (mergeligen) Kalken Limnäen und Cyrenen, leider in unbestimmbarem Erhaltungszustande, verbreitet sind.

Nach obenzu gehen die besprochenen Liegendstgesteine in eine Schichtenreihe über, welche einen verschiedenen Habitus hat, je nachdem das Gestein, aus welchem sie sich entwickelt, beschaffen ist. In der Hauptsache sind es Sandsteine, die mehr kalkig und von Mergeln durchschossen sind, wo sie sich aus Süßwasserkalken entwickeln, wie bei Hausovići und Kaparovići, oder wieder mehr quarzig, wie südlich von Sutjeska, dann bei Zgošća, Oštrila und Vrtlište, ja vielfach auch breccienartig und zähe, wie im Bjelavodatale oberhalb Popi. Mit den Bänken dieser verschiedenen Sandsteine wechsellagern immer sandige bis blätterig-tonige Mergel von zumeist graugrüner, verwittert rostbrauner Farbe. Im allgemeinen ist die Schichtenreihe im mittleren Teile der östlichen Begrenzung der Ablagerung mehr kalkig-mergelig und feinsandig, im Gebiete südlich von Ričica und Sutjeska einerseits und von Popi, Vrtlište und Kakanj anderseits dagegen mehr quarzig und grobsandig entwickelt, ohne daß es jedoch möglich wäre, zwischen den beiden Ausbildungsformen eine irgendwie scharfe Grenze zu ziehen. Gemeinsam der ganzen Schichtenreihe ist, daß namentlich die größeren und festeren Bänke mehr oder minder eisenschüssig sind.

Diese Schichtengruppe enthält nebst minderwertigen Schmitzen wenigstens ein abbauwürdiges Kohlenflötz, dessen Ausbisse insbesondere im nördlichen Teile des Gebietes, in der Gegend von Vrtlište, Mramor, Bruj, Hausovići und Crniće auf weite Strecken verfolgt werden können und welchem auch die Kohlenflötze von Sutjeska und Vardišće zuzuzählen sind. Die Einzelentwicklung des Flötzzuges ist an den verschiedenen Ausbildungsstätten jeweils mehr oder weniger verschieden, was sich außer in den petrographischen Verschiedenheiten der Gesteinsreihe namentlich sowohl in der wechselnden Mächtigkeit des Hauptflötzes, die lokal bis auf 6 *m* anschwillt, als auch in der wechselnden Anzahl, Mächtigkeit und Beschaffenheit der dasselbe begleitenden Nebenflötze und Schmitze äußert. Alle diese Verschiedenheiten erklären sich dadurch, daß dieser liegendste Flötzzug eine Randbildung vorstellt, die in ihrer Entstehung von den örtlichen Verhältnissen in höherem Grade beeinflußt wurde, als dies in der Mitte der Ablagerung der Fall ist. Die Kohle vom Ausbiß wird von den Bauern der Umgebung seit langer Zeit zum Zwetschkentrocknen sowie als Schmiedekohle verwendet, was an sich für deren vortreffliche Qualität zeugt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Hangendschichten der Kohlenflötze, welche im Duboki potok bei Sutjeska und bei Vardišće aus wohlgeschichteten harten, klingenden Süßwasserkalken bestehen, pflegen reich an groben Pflanzenteilen zu sein. Bei Vardišće liegen besser erhaltene Pflanzenreste in diesen Schichten beisammen mit verdrückten Limnäen- und *Pisidium*-Schalen. Prof. Engelhardt bestimmte hieraus:

Sequoia couttsiae Heer.
Laurus primigenia Ung.

Über der Schichtengruppe der Liegendststeine folgt im engeren Gebiete von Zgošća und Popi, beziehungsweise im dermaligen Abbaufelde des Kohlenwerkes Kakanj-Doboj, unmittelbar das Kohlenflötz, welches als Zgošćaer Hauptflötz bezeichnet werden kann. Es wird bedeckt von mehr minder sandigen Kalkmergeln, die im Habitus sowohl als darin, daß sie reichlich dieselben länglichen Samen *(Carpolithes foveatus* und *Carpolithes alatus)* führen, welche bei Zenica für das unmittelbare Hangend des dortigen Hauptflötzes charakteristisch sind, in der Tat die Parallelisierung der Zgošćaer mit dem Zenicaer Hauptflötze begründen können, umsomehr, als sie nach oben in Mergelkalke übergehen, welche in jeder Beziehung mit den *Glyptostrobus*-Schichten von Zenica identisch sind. Dazu kommt ferner, daß in diesen letzteren Schichten, freilich anscheinend nur lokal und in einem Vertikalabstand von etwa 11 *m* gegenüber von 40 *m* bei Zenica, ein (nicht bauwürdiges) Kohlenflötzchen eingeschaltet ist, welches durchaus dem Zenicaer Hangendflötze entspricht.

Darüber folgen dann, durch allmähliche Übergänge verbunden, die schüttigen, grauen, braunlehmig verwitternden Tonmergel, genau übereinstimmend mit den Hangend-Tonmergeln des Gebietes von Zenica, so daß in der nächsten Umgebung des Kohlenwerkes Kakanj-Doboj, trotz der gedrängteren Entwicklung, die Analogie der Schichten vom Hauptflötze aufwärts mit jenen bei Zenica eine vollkommene ist.

Die Pflanzenführung der *Glyptostrobus*-Schichten von Kakanj-Doboj ist außerordentlich reich. In den tieferen Schichten tritt *Glyptostrobus europaeus* überall in erstaunlicher Fülle auf; die höheren Schichten schließen hauptsächlich Blattabdrücke von Dicotyledonen ein und darüber folgt ziemlich konstant eine Schichte mit Fischresten. Systematisch ausgebeutet wurden unter gefälliger Beihilfe der Herren Direktor F. Richter und Bergverwalter J. Kobercz hauptsächlich zwei Fundstellen: die eine unmittelbar bei der Eisenbahnbrücke über den Zgošćabach etwas unterhalb der Kohlenwerksanlage, in der Lehne am linken Bachufer und die zweite wenig oberhalb der Mühle am Aufstieg zum Safundžia. Die Schichten sind an beiden, kaum 2 *km* in der Luftlinie von einander entfernten Fundpunkten in jeder Beziehung vollständig gleich entwickelt, die fossile Flora weist aber trotzdem einige bemerkenswerte Verschiedenheiten auf, weshalb die von Prof. Engelhardt bestimmten und beschriebenen Reste von jedem der beiden Fundorte einzeln angeführt werden mögen.

Vom Kohlenwerk Kakanj-Doboj stammen:

Phragmites oeningensis Al. Br.
Juncus retractus Heer.
Pinus megaloptera Ett.
Glyptostrobus europaeus Brong. sp.
Sequoia langsdorfii Brong. sp.
Widdringtonia ungeri Entt.
Myrica laevigata Heer.
Betula brongniartii Ett.
Quercus lonchitis Ung.
Quercus valdensis Heer.
Quercus gmelini Al. Br.
Carpinus grandis Ung.
Ostrya atlantidis Ung.
Castanea ungeri Heer.
Ulmus longifolia Ung.
Planera ungeri Kóv. sp.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ficus lanceolata Heer.
Salix varians Göpp.
Salix lavateri Heer.
Andromeda vaccinifolia Ung.
Xylopia ungeri nov. sp.
Auvectomeria brongniartii Sap.
Tilia bosniaca nov. sp.
Acer trilobatum Stbrg. sp.
Ilex ambigua Ung.
Rhamnus gaudini Heer.
Juglans acuminata Al. Br.

Der Fundpunkt oberhalb der Mühle am Aufstieg zum Safundžia ergab die folgenden Arten:

Phragmites oeningensis Al. Br.
Typha latissima Al. Br.
Glyptostrobus europaeus Brong. sp.
Myrica hakeaefolia Ung. sp.
Myrica laevigata Heer.
Betula prisca Ett.
Betula brongniartii Ett.
Alnus kefersteinii Göpp. sp.
Alnus nostratum Ung.
Quercus sclerophyllina Heer.
Ulmus longifolia Ung.
Planera ungeri Kóv. sp.
Ficus lanceolata Heer.
Benzoin antiquum Heer.
Andromeda protogaea Ung.
Vitis teutonica Al. Br.
Nymphaea charpentieri Heer.
Tilia katzeri nov. sp.
Acer trilobatum Stbg. sp.
Ilex ambigua Ung.
Ilex stenophylla Ung.
Rhamnus gaudini Heer.
Eucalyptus oceanica Ung.
Amygdalus persicifolia Ung.
Amygdalus pereger Ung.

Wie ersichtlich, beträgt, abgesehen von dem überall massenhaft auftretenden *Glyptostrobus europaeus*, die Anzahl der den beiden Fundstellen gemeinsamen Arten nur neun, also bloß etwa ein Drittel der von jedem Fundorte bekannt gewordenen Reste. Der allgemeine Charakter der Flora ist zwar in Anbetracht der Reichlichkeit der Abdrücke der vorherrschenden Arten derselbe, aber der Pflanzenwuchs besaß doch auf jedem Standorte seine Eigentümlichkeiten. In den Wäldern waren Nadelhölzer (*Glyptostrobus*) durchaus vorherrschend; dazu gesellten sich, wie dies schon oben von den gleichen Schichten beim Bahnwächterhause Nr. 55 bei Zenica bemerkt wurde, hauptsächlich Ahornbäume sowie ferner Faulbäume, Ulmen, Birken, Eichen und Linden. Die Verschiedenheiten des Waldbestandes wurden fast nur durch die spärlicher auftretenden Bäume bewirkt.

Aus einem annähernd gleich alten oder etwas höheren Horizont stammen die Pflanzenreste, welche Prof. Engelhardt von Breza bis Sutješčica (s. von Vareš), wo die Entwicklung des flötzführenden Braunkohlengebirges allerdings eine etwas andere als im engeren Gebiete von Kakanj-Doboj ist, beschreibt. Es sind:

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

In den mürben tonigen Übergangsschichten von den schieferigen klingenden *Glyptostrobus*-Schichten zu den schüttigen Tonmergeln wurde am Aufstieg vom Zgošćabache gegen Plandište eine Kollektion von Pflanzenresten aufgesammelt, die nach Prof. Engelhardts Bestimmungen die folgenden Arten aufweist:

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Myrica banksiaefolia Ung.
Quercus gmelini Al. Br.
Laurus primigenia Ung.
Benzoin antiquum Heer.
Cinnamomum scheuchzeri Heer.

Glyptostrobus tritt vollständig zurück, *Cinnamomum* stellt sich in bemerkenswerter Reichlichkeit ein und bildet von da ab, ganz so wie bei Zenica, einen sehr charakteristischen Bestandteil der fossilen Flora der oberen Schichtenstufen der Ablagerung.

Wie groß die Übereinstimmung in der Entwicklung der unmittelbaren Hangendschichten des Zgošćaer und des Zenicaer Hauptkohlenflötzes ist, so wenig stimmt die innere Gliederung des Flötzes selbst überein. Die abbauwürdige Mächtigkeit beträgt im Mittel nur etwa 2 *m* gegenüber von 9—10 *m* im Abbaufelde von Zenica, die Kohle ist jedoch besser und kommt in ihrer Heizkraft (5000—6000 Kal.) der Steinkohle nahe.

Auch die höheren Hangendschichten sind im Gebiete von Kakanj-Doboj wie überhaupt im ganzen südöstlichen Teile der Braunkohlenablagerung anders entwickelt als bei Zenica. Die dortigen Hangendkonglomerate (13 der Schichtenreihe auf S. 310) werden schon in der Gegend von Janjići mehr und mehr durch wohlgeschichtete bis schieferige Sandsteine verdrängt, welchen nur untergeordnet Konglomeratbänke eingeschaltet sind, die erst im hangendsten Teile wieder zur mächtigen Entfaltung gelangen. Die Sandsteine sind zumeist sehr feinsandig, stets mehr minder glimmerig und besitzen ein kalkiges oder tonig-mergeliges Bindemittel, welches zuweilen so überhandnimmt, daß sich sandige Mergelschichten entwickeln. Diese sowie die schieferigen Sandsteinschichten pflegen voll von Pflanzendetritus und dann bräunlich-kohlig gefärbt zu sein, enthalten jedoch nur an wenigen Stellen wohlerhaltene Reste. Bis jetzt werden nur gelegentliche und nichts weniger als vollständige Aufsammlungen der fossilen Flora dieser Schichten vorgenommen. Prof. Engelhardt bestimmte daraus die folgenden Arten:

Von Janjići (gegen Lašva):

Pinus hepios Ung. sp.
Andromeda protogaea Ung.
Cinnamomum lanceolatum Ung. sp.
Banksia longifolia Ung. sp.
Myrica vindobonensis Ung.
Echitonium sophiae Web.;

in Kondžilo potok (westlich von Dobrinje):

Cinnamomum scheuchzeri Heer.
Cassia ambigua Ung.;

von Žeravac oberhalb Čatići (gegenüber von Papratnica auf dem rechten Bosnaufer):

Andromeda protogaea Ung.;

von Podastinje bei Kiseljak:

Pinus hepios Ung. sp.
Glyptostrobus europaeus Brong. sp.;

von Visoko (an der Straße nach Kiseljak):

Glyptostrobus europaeus Brong. sp.
Cinnamomum polymorphum A. Br. sp.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Daphne palaeo-mezereum Ett.
Sapotacites minor Ett.
Rhus herthae Ung.

In der Hangendpartie des Sandsteinkomplexes, welcher im Gebiete von Visoko und Kiseljak wohl 1000 *m* Mächtigkeit besitzt, sind Konglomerate eingeschaltet, welche nach aufwärts schließlich herrschend werden. Sie sind es, welche die höchsten Berge der Zenica-Sarajevoer Braunkohlenablagerung aufbauen und im Humberge südlich von Gora bis zu 1281 *m* Seehöhe aufsteigen.

Im Hangenden der Konglomerate, zunächst mit ihnen wechsellagernd, dann selbständig entwickelt, treten tonige Sandsteine auf, die durch Verwitterung leicht zu Sanden zerfallen oder sich, wenn das tonige Bindemittel vorherrschend war, in sandige Tone auflösen.

Diesen Schichten, welchen vornehmlich auch die Tertiärablagerungen in der Umgebung von Sarajevo angehören, führen stellenweise, wie z. B. bei dem erwähnten Podastinje, wenig mächtige Glanzkohlenflötze. Überlagert werden sie, wie es scheint unkonform, von Süßwasserkalken, die mit Mergeln wechsellagern, an mehreren Stellen (Gučja gora bei Travnik, Rakovica bei Blažuj, Kobiljdol bei Sarajevo) Lignitflötze einschließen und von sandig-mergeligen, häufig aufgelockerten Schichten bedeckt werden. Sie sind nur entlang des südwestlichen Randes der Zenica-Sarajevoer Braunkohlenablagerung in beschränkten isolierten Partien erhalten. Dieser hangendste Schichtenkomplex, welcher die ganze Ablagerung nach oben abschließt, ist noch wenig erforscht und insbesondere steht zur Zeit noch keineswegs fest, ob er zur Gänze mit den Süßwasserkalken von Stranjane bei Zenica (Schichtenstufe 14 des dortigen Profils) parallelisiert werden darf.

Die folgende Übersicht der Schichtenfolge des Tertiärgebirges im engeren Bergbaugebiete von Kakanj-Doboj und in einem Profil von hier nach Südwesten bis zum Rande der Ablagerung möge zum leichteren Vergleich mit der Entwicklung in der Umgebung von Zenica dienen. Die den einzelnen Schichtenstufen in der Klammer beigefügten Zahlen geben an, welchen Schichten des Zenicaer Profiles (vgl. oben S. 310) sie entsprechen.

Oben.

13. Sandig-mergelige, oft lockere oder schotterige Schichten.
12. Süßwasserkalke, von Mergeln durchschossen, mit Lignitflötzen (14?).
11. Tonige Sandsteine mit schwachen Glanzkohlenflötzen.
10. Konglomerate (13).
9. Dünnschichtige bis schieferige Sandsteine (13).
8. Schüttige Mergel (12).
7. Plattige Mergelkalke und Mergelkalkschiefer (*Glyptostrobus*-Schichten) mit reicher Pflanzenführung und nur lokal entwickeltem schwachen Hangendkohlenflötz (11, 10).
6. Sandige Kalkmergel mit *Carpolithes* (9)
5. Hauptkohlenflötz von Zgošća (8).
4. Lettenmergel, zum Teil blähend (7 und vielleicht 3).

(Die Schichtenstufen 9, 8 und 7 des Zenicaer Profils sind hier schwach, gewissermaßen kondensiert entwickelt; die Stufen 6, 5, 4, 3, 2 fehlen bei Zgošća, in der südöstlichen Fortsetzung über die Ričica- und Trstenicabäche gegen Sutješčica an der Stavnja herrscht dagegen der Gesteinscharakter dieser Schichtenstufen vor.)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

3. Liegendsandstein (1?).
2. Liegendste Kohlenflötze.
1. Kalkkonglomerat, meist lebhaft rot gefärbt.

Unten.

Die Gesamtmächtigkeit des Profils dürfte 2000 *m* überschreiten. Eine genauere Feststellung wird erschwert durch die zahlreichen Störungen, welche das Tertiärgebirge durchsetzen und deren volle Bedeutung erst nach der vollendeten geologischen Aufnahme der ganzen Ablagerung wird gewürdigt werden können. Im großen ganzen ist die Schichtenlagerung keine muldenförmige, sondern eine einseitig aufgerichtete, indem die Schichten fast durchwegs nach Südwesten einfallen. Eine bedeutende Störung zieht unmittelbar bei der Eisenbahnstation Dobrinje durch, von wo sie sich durch die ganze Breite der Ablagerung sowohl nach Ostsüdosten als nach Westnordwesten verfolgen läßt. Übereinstimmend verlaufen auch die meisten sonstigen Störungen, durch welche Dislokationen bis zu 1000 und mehr Metern bewirkt werden.

Auf diese Verhältnisse soll hier indessen ebensowenig weiter eingegangen werden wie auf eine Erörterung des Alters der Ablagerung. Es sei diesbezüglich bloß bemerkt, daß die Hauptschichtenreihe der Zenica-Sarajevoer Braunkohlenablagerung jedenfalls dem Oligozän angehört und daß sich die diesbezüglichen Ausführungen E. Tietzes[1]) durchaus bestätigt haben.

Sarajevo, im Juli 1902.

---

[1]) Geologie von Bosnien-Herzegowina, l. c., S. 148—151.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Wissenschaftliche Mitteilungen aus Bosnien und der Herzegowina

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: 9_1904

Autor(en)/Author(s): Katzer Friedrich (Bedrich)

Artikel/Article: Die geologische Entwicklung der Braunkohlenablagerung von Zenica in Bosnien. 305-317