

GEOLOGIE UND PALÄONTOLOGIE

**Wirbeltiere aus dem Unter-Miozän des Lignit-Tagebaues
Oberdorf (Weststeirisches Becken, Österreich)****1. Fundstelle, geologischer und sedimentologischer Überblick**Von Gudrun DAXNER-HÖCK¹, Margit HAAS² & Barbara MELLER³

(Mit 5 Abbildungen)

Manuskript eingelangt am 8. Jänner 1998

Zusammenfassung

Der Tagebau Oberdorf liegt im Kohlerevier Köflach-Voitsberg im NW des Steirischen Tertiärbeckens. Die siliziklastischen Sedimente der Liegendabfolge, des Hauptzwischenmittels und der Hangendabfolge sind überwiegend der Randfazies eines fluviatilen Environments zuzuordnen. Charakteristische Sedimente der Überflutungsebenen und flacher Überflutungsdepressionen wechseln mit Dammdurchbruchssedimenten und Rinnensedimenten. Die artenreichen Pflanzengesellschaften beinhalten überwiegend Elemente von mesophytischen Wäldern und der Ufer- und Wasserbereiche. Die aschereiche Braunkohle verweist auf eine Entstehung in einem Niedermoor. Die beiden Fossilhorizonte O3 und O4 wurden an der Basis von zwei Kohleflözchen der Hangendabfolge vorgefunden. Sie enthalten neben fossilen Pflanzen und Gastropoden eine reiche Wirbeltierfauna. Unter den 56 Arten der Säugetiere dominieren mit 88 % die Kleinsäugetiere. Diese repräsentieren eine Fauna des späten Unter-Miozäns.

Summary

The opencast mine Oberdorf is situated in the Koeflach-Voitsberg lignite area in the northwestern part of the Styrian Basin. The siliciclastic deposits of the footwall, the main parting and the hanging wall can predominantly be associated with sediments of a marginal fluvial environment. Characteristic floodplain- and floodbasin sediments alternate with crevasse splay deposits and channel fillings. Rich plant communities show characteristic elements of mesophytic forests, of levees and water-influenced areas. The ash-rich lignite typically developed within a low moor. Just below of two lignite-bearing layers (O3 and O4) of the hanging wall high concentrations of plant fossils, gastropods and vertebrates were found. Of 56 mammal species, 88% are small mammals representing a late Early Miocene fauna.

Key words: Oberdorf, lignite deposits, vertebrates, Early Miocene, fluvial environment.

¹ Dr. G. DAXNER-HÖCK, Naturhistorisches Museum, Geol.-Paläont. Abteilung, Burgring 7, A-1014 Wien. – Österreich.

² Mag. M. HAAS, Petrolog. Institut d. Universität, Geozentrum, Althanstr. 14, A-1090 Wien. – Österreich.

³ Dr. B. MELLER, Paläontolog. Institut d. Universität, Geozentrum, Althanstr. 14, A-1090 Wien. – Österreich.

Einleitung

In einem der traditionsreichsten Kohlereviere Österreichs, dem Köflach-Voitsberger Braunkohlerevier, herrscht seit über 200 Jahren Bergbautätigkeit, die die Geschichte und Entwicklung der Region entscheidend prägte. WEBER & WEISS (1983) geben einen Überblick über die Bergbaugeschichte, die geologischen Verhältnisse und die Fossilfunde aus den verschiedenen Braunkohlemulden des Köflach-Voitsberger Tertiärbeckens. Eine Auflistung der fossilen Säugetiere, die über Jahrzehnte im Zuge des Kohleabbaues geborgen wurden, ist bei MOTTL (1970) nachzulesen. Sie repräsentieren im wesentlichen Großsäugetiere und wurden um die Jahrhundertwende u.a. von HOFMANN (1892) und BACH (1909), in späteren Jahren von THENIUS (1956 u.a.) und MOTTL (1970 u.a.) beschrieben. Die genaue Lokalisierung und Stratifizierung dieser älteren Funde ist leider heute nicht mehr möglich, woraus erhebliche Korrelationschwierigkeiten mit den jüngst geborgenen Säugetierfossilien resultieren.

Mit den 1982 neu begonnenen paläobotanischen Untersuchungen im Köflach-Voitsberger Braunkohlerevier durch J. KOVAR-EDER und B. MELLER wurde verstärktes Augenmerk auf die Erfassung der Vielfalt der Fossilinhalte gelegt. So erhielten wir den entscheidenden Hinweis auf Sedimentlagen mit fossilen Schnecken in der Ostmulde des Tagebaues Oberdorf durch J. KOVAR-EDER. Auf die Reste von fossilen Wirbeltieren stießen wir 1989 bei Testbeprobungen im Rahmen eines Prospektionsprojektes der Geologischen Bundesanstalt (Wien). Gleich zu Beginn der Geländestudien wurde von H. de BRUIJN und G. DAXNER-HÖCK der erste Fossilpunkt (O3) mit einer Wirbeltierfauna entdeckt. Etwa 10 m im Hangenden und 200 m östlich davon glückte U. HÖCK und D. FOUSSEKIS der Fund einer zweiten fossilreichen Kohletonlage, die wir mit O4 bezeichneten (DAXNER-HÖCK et al. 1990). Die ersten Testergebnisse ermutigten uns in den Jahren 1990–1993 zu systematischen Grabungen und zur Auswertung der beiden Fossilhorizonte. Alle weiteren Prospektionen nach neuen Säugerfossilien im Tagebau Oberdorf (Ostmulde und Westmulde), im Tagebau West (Barbarapeiler) sowie im Bereich Muttkogel (Zangtal) blieben erfolglos. Schließlich folgte in den Jahren 1995 bis 1997 die in dem vorliegenden Band präsentierte Bearbeitung der Wirbeltiere durch eine Gruppe von Spezialisten. Sie wurde durch das FWF-Projekt P-10338-GEO, im Rahmen des Projektbündels "Geologie, Paläontologie und Stratigraphie der Braunkohlelagerstätte von Köflach-Voitsberg (Steiermark)" des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung finanziell unterstützt und dadurch erst ermöglicht.

Wir sagen den genannten Institutionen für die großzügige Unterstützung unseren herzlichen Dank. In gleicher Weise gilt unser Dank unseren wissenschaftlichen Mitarbeitern, allen Studenten und den Präparatoren des Naturhistorischen Museums Wien, die sich um die Gewinnung der Sedimentproben im Gelände, deren Aufbereitung im Labor und schließlich um das mühevollen Auslesen der Fossilien aus den Schlämmrückständen und um die Präparation verdient gemacht haben. Besonderer Dank gebührt H. de BRUIJN, der nicht nur an der Entdeckung der Fossilhorizonte und an den verschiedenen Grabungen von 1989 bis 1993 wesentlich beteiligt war, sondern auch einen Teil der Präparations- und Ausleseatbeiten gemeinsam mit seinen Mitarbeitern an der Universität Utrecht übernommen hat. Wir möchten uns schließlich bei der Leitung und allen Mitarbeitern der GKB bedanken, die über Jahre unsere Aktivitäten im Kohlerevier Köflach-Voitsberg unterstützten.

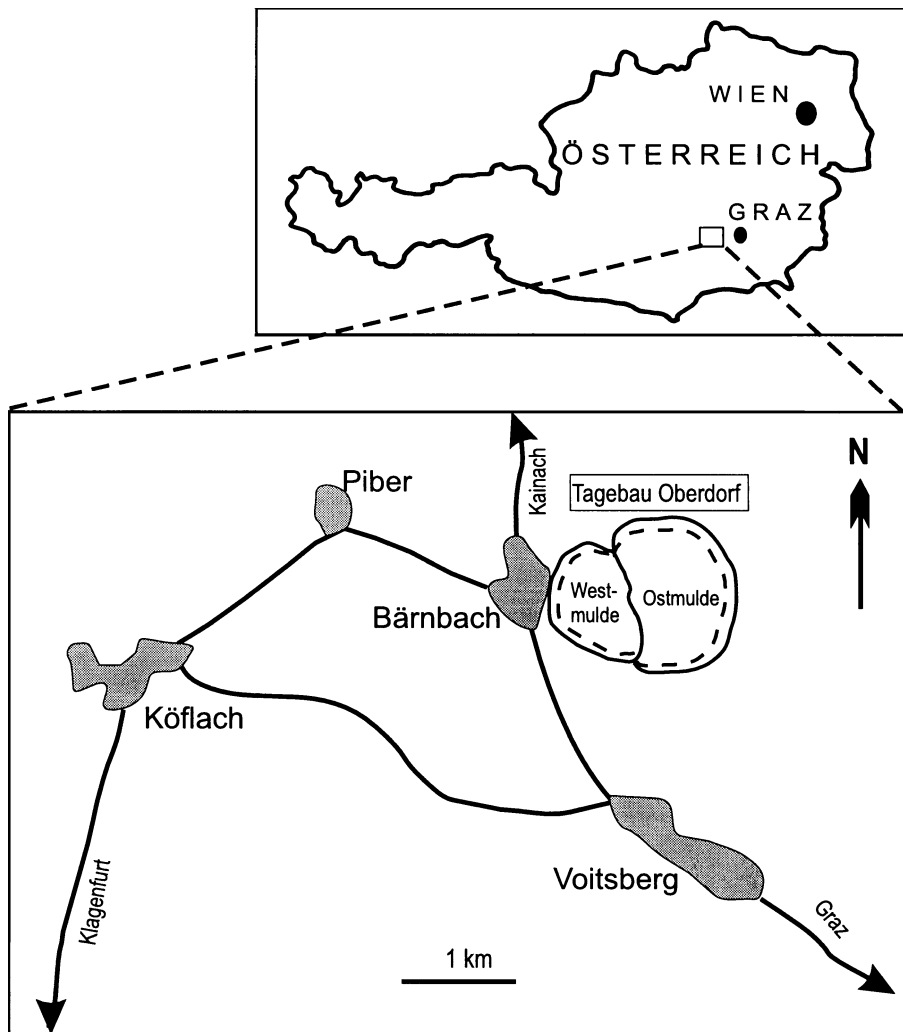


Abb. 1: Geographische Lage des Köflach-Voitsberger Braunkohlegebietes in Österreich und Position des Tagebaues Oberdorf.

1. Fundstelle

Der Tagebau Oberdorf befindet sich am Ostrand des Köflach-Voitsberger Braunkohlerevieres, ca. 20 km westlich von Graz im Gemeindegebiet von Bärnbach (Abb. 1) auf dem Kartenblatt ÖK 163 (1:50.000). Die neuen Wirbeltierfunde wurden am Nordrand der Ostmulde des Tagebaues Oberdorf gemacht. Sie stammen aus zwei Kohlethonlagen, die zur Zeit der Auffindung an der Nordböschung der Ostmulde oberhalb der Transportstraße aufgeschlossen waren und infolge ihres Einfallens nach SE bei fortschreitendem Abbau auch unterhalb der Straße zum Vorschein kamen (Abb. 2, 3).

Obwohl zur Zeit der Probennahmen der Hang nördlich der Transportstraße bereits rekultiviert war, erhielten wir die Erlaubnis zur großzügigen Probenentnahme. In den folgenden Jahren wurde der Hang wegen der Rutschungen stark befestigt und bepflanzt, eine weitere Probennahme ist seither nicht mehr möglich. Alle sedimentologischen Daten aus diesem Bereich des Tagebaues entstammen der Bohrung I 2a, die in unmittelbarer Nähe unserer Probenpunkte 1995 abgeteuft wurde und einen großen Teil der Schichtfolge der Hangendabfolge umfaßt. Lithostratigraphisch liegen die beiden fossilführenden Kohlethonbänder in der Hangendabfolge. Der erste Fossilhorizont (O3) wurde unmittelbar im Liegenden des Kohleflözchens bei Meter 100 des Standardprofils (Abb. 6) entdeckt, der zweite (O4) liegt etwa 10 m höher an der Basis des zweigeteilten Kohleflözchens. Im Hangenden davon war zur Zeit des Abbaues ein rhythmischer Wechsel von Sanden, siltigen Sanden und geringmächtigen, teils auskeilenden Kohlethonlagen zu beobachten, die ebenfalls Pflanzenfossilien (MELLER 1995) und spärliche Wirbeltierreste (vereinzelte Kleinsäugetierzähne und Knochensplinter) führten. Die im Liegenden der Kohlethonlage O3 anschließenden Silte, sowie das Hauptflöz mit dem Hauptzwischenmittel und die Liegendabfolge erbrachten keine Wirbeltierfossilien. Wir müssen davon ausgehen, daß dort die Knochen noch vor der Fossilisation durch chemische oder mechanische Prozesse zerstört wurden.

Schließlich verstärkten wir unsere Aktivitäten auf die beiden Kohlethonlagen O3 und O4, wo die Fossilien in einer 2 bis 10 cm dünnen, braunen Sedimentlage als Schneckenkrus, "Nacktschneckenschälchen", kleine Landschnecken, Knochenfragmente, Osteodermalia, Säugetierzähne, Wurzeln und diverse Pflanzenreste angereichert sind. Bei etwa gleichen Probenmengen von je 1,5 Tonnen Sediment lieferten die beiden Fossilagen O3 und O4 unterschiedliche Fossilmengen. So verteilt sich die Gesamtzahl von 1200 Kleinsäugetierzähnen im Verhältnis 1 : 3 auf die Fundkomplexe O3 und O4. Der Grund für die quantitativ verschiedenen Fossilresultate dürfte in der unterschiedlichen Probenentnahme liegen. An der Fundstelle O3 wurde an der Basis des Kohleflözchens ein etwa 30 cm mächtiges Sedimentpaket über 5 Meter Länge untersucht, während wir aus der Kohlethonlage O4 nur eine dünne Sedimentlage von 2–10 cm Mächtigkeit über eine Strecke von insgesamt 15 Metern bearbeiteten. Wir erklären die verhältnismäßig kleine Anzahl von Großsäugetierresten gegenüber einer Vielfalt von Kleinvertebraten mit der geringen Mächtigkeit der Fundschichten.

Die Proben wurden an Ort und Stelle getrocknet, zum Teil über Winter vor Ort der Frostsprengung ausgesetzt und im Tagebaugelände mithilfe einer transportablen Waschanlage (Maschenweiten der Siebe: 5 mm, 2,5 mm und 0,5 mm) vorgewaschen und somit auf die Hälfte des Volumens reduziert. Der hohe Tonanteil erforderte eine Nachbehandlung der Schlämmrückstände im Labor, bevor die Fossilien ausgelesen werden konnten.

Das Vorkommen von Gastropoda ist nicht auf die Kohlethonlagen beschränkt. Besonders gut erhaltene Exemplare großer Landschnecken aus der Familie Helicidae wurden verstärkt in den Sandpaketen zwischen den Kohlethonlagen und im Liegenden davon vorgefunden. Die Gastropoda umfassen Land- und Süßwasserschnecken aus mindestens 6 Familien, sie sind vor allem für ökologische Aussagen von Bedeutung (Kurzinformation von F. STOJASPAL). Die Bearbeitung ist an anderer Stelle vorgesehen. Auch die Pflanzenfossilien, Blätter und Fruktifikationen, werden gesondert von KOVAR-EDER (im Druck) und MELLER (im Druck) bearbeitet. Erste Ergebnisse liegen jedoch bereits vor und können für die palökologische Interpretation herangezogen werden. Hingegen war eine geschlossene Darstellung der neu aufgesammelten Wirbeltierfauna von Oberdorf Ziel unserer Arbeitsgruppe.



Abb. 2: Hangendabfolge im Tagebau Oberdorf / Ostmulde im Überblick (Photo: G. Höck 1990)



Abb. 3: Kohletonlage O4 in der Hangendabfolge der Ostmulde im Tagebau Oberdorf (Photo: G. Höck 1990)

Unter den Wirbeltierresten dominieren Kleinsäugetiere mit 49 Arten, verteilt auf Beuteltiere, Insektenfresser, Fledermäuse, Nagetiere und Hasenartige. Die Großsäugetiere sind mit 5 Arten von Hirschen und Hirschferkeln, und je einer Art von Schweineartigen und Nashörnern stark unterrepräsentiert, von unbestimmten kleinen Raubtieren liegen nur vereinzelte postcraniale Skelettelemente vor. Neben der Vielfalt von Kleinsäugetierresten sind Lacertilia und Amphibien durch zahlreiche postcraniale Skelettelemente, Osteodermalia und Kiefer reich belegt, auch Schlangenswirbel kommen häufig vor, dagegen fanden sich nur zwei Knochenstücke von Vögeln.

2. Geologie

Geologisch liegt das Kohlerevier Köflach-Voitsberg im äußersten Nordwesten des Steirischen Tertiärbeckens (Abb. 4). Die Entstehung und Sedimentationsgeschichte des Steirischen Beckens ist durch seine Lage am NW-Rand des Pannonischen Beckensystems im Übergang zum Alpenorogen begründet (EBNER & SACHSENHOFER 1991). Den Untergrund und die umgebenden Gesteine des Braunkohlerevieres bilden im Westen und Süden das Kristallin der Koralpe, im Norden teilweise das Stubalpenkristallin, teilweise devonische Kalksteine (Schöckelkalk). Im Nordosten kommen weiterhin feinklastische Sedimente der Kainacher Gosau vor. Die braunkohleführenden Sedimente erstrecken sich über 10 km in E-W- und 5 km in N-S-Richtung und sind in durch Grundgebirgsschwellen getrennten kleinen Mulden von unterschiedlicher Größe, Tiefe und Gestalt abgelagert. Die bis zu 300 m mächtigen Sedimentabfolgen aus Ton, Silt, Sand, Mergel, Kies und eingeschalteten Flözen variieren deutlich in den einzelnen Mulden. Die Korrelationen einzelner Flözhorizonte sind daher nicht immer eindeutig. Als Ursache für die Entstehung der Mulden wurden sowohl Verkarstungsphänomene, d.h. durch Verkarstung entstandene Hohlformen, als auch tektonische Vorgänge herangezogen (POHL 1976, STEININGER et al. 1989). Auffällig ist die häufig asymmetrische Muldenform (WEBER & WEISS 1983: Abb. 16, 17), die auf asymmetrische synsedimentäre tektonische Bewegungen und einseitige Schüttungen schließen läßt.

3. Sedimentologie

Der in den 70er Jahren erschlossene Tagebau Oberdorf erstreckt sich über 2 Teilmulden, die durch eine Schwelle getrennt sind. Die gegenständlichen Untersuchungen konzentrierten sich auf die noch in Betrieb befindliche Ostmulde. Im Gegensatz dazu ist die Westmulde bereits ausgekohlt und gänzlich aufgefüllt. Der limnisch-fluviatile Charakter der Sedimente im Köflach-Voitsberger Braunkohlerevier wurde durch sedimentologisch-sedimentopetrographische Untersuchungen erstmals genau interpretiert (HAAS, im Druck). Im Tagebau Oberdorf, Ostmulde wurden unter anderem die tertiären Sedimente der Liegendabfolge, des Hauptflözes, des mächtigen flözteilenden Hauptzwischenmittels und der Hangendabfolge untersucht (Abb. 5).

Die tertiäre *L i e g e n d a b f o l g e* ist am Ostrand der Ostmulde mit ca. 15 m Mächtigkeit im Bereich einer "Sattelstruktur" domartig aufgeschlossen. Das prätertiäre Basement (Grazer Paläozoikum) tritt hier ebenfalls zutage.

Die Sedimente der Liegendabfolge sind, neben basalen, geringmächtigen Rinnenfüllungen ("channel fillings") überwiegend der Randfazies eines fluviatilen Environments zu-

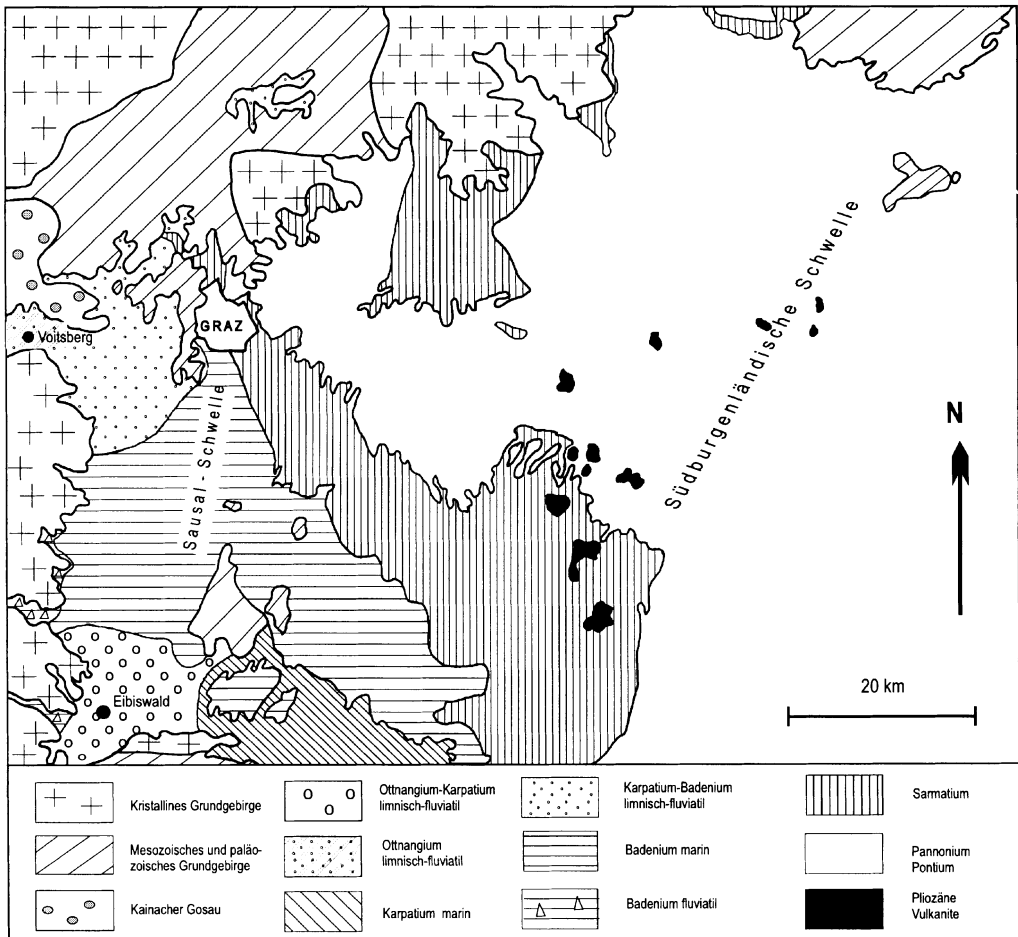


Abb. 4: Geologische Übersichtskarte des Steirischen Tertiärbeckens (nach OBERHAUSER 1980: Abb. 133)

zuordnen. Der niederenergetische Strömungsbereich wird durch die Ablagerung von Überflutungs- und Dammdurchbruchsedimenten ("floodplain"- und "crevasse deposits") charakterisiert. Die Unten-grob-Sequenz ("fining upward sequence") wird im Hangenden zunehmend durch organische Sedimentation beeinflusst. Das zyklische Auftreten von Horizonten mit diagenetisch verändertem, aufoxidiertem, organischem Material gibt Hinweise auf die Bildung von fossil erhaltenen Wurzelhorizonte. Die siliziklastische Sedimentation wird durch organische Sedimentation abgelöst und geht in die Ausbildung des Flözes (Unterflöz) über. Das häufige Auftreten von Fusainlagen (fossile Holzkohle) deutet auf Waldbrände hin. Derartige Ereignisse sind aus rezenten subtropischen bis tropischen Sümpfen bekannt und besitzen einen systemregulierenden Faktor (STACH et al. 1982). Bei fehlender Subsidenz wird der Torf in seinen hangenden Einheiten regelmäßig durch Waldbrände reduziert. Die Mächtigkeit des Torfes bleibt somit konstant. Erst durch die Absenkung des Beckens und durch die Veränderung des

hydrologischen Haushaltes ist die Akkumulation des Torfes und in weiterer Folge die Bildung von Kohle möglich.

Die paläobotanischen Ergebnisse aus der Untersuchung zweier Horizonte im oberen Teil der Liegendabfolge ergänzen die sedimentologischen Ergebnisse. Artenreiche Pflanzengesellschaften verschiedener Standorte von mesophytischen Wäldern bis zu Elementen der Ufer- und Wasserbereiche, wurden darin dokumentiert (KOVAR-EDER et al., im Druck; MELLER et al., im Druck).

Das Flöz ist bereichsweise mit einer Mächtigkeit bis zu 36 m aufgeschlossen. Ein Wassergehalt von ca. 40 % (af) charakterisiert die Kohle als Weichbraunkohle (POHL 1970). Die von KOLCON & SACHSENHOFER (1997) durchgeführten kohlepetrographischen Untersuchungen an einer Bohrung nahe dem Muldenzentrum zeigten unter anderem, daß die aschereiche Kohle in einem Niedermoor entstanden ist. Fusain tritt in dünnen Lagen auf. Zahlreiche Taubeinschlüsse mit Ton und kohligem Ton sind zu finden. Die palynologische Analyse ergab, daß Pflanzengesellschaften der Uferzonen, des Sumpfwaldes, des Buschmoores und eines gemischt-mesophytischen Waldes vorherrschen.

Am Ostrand der Ostmulde wird das Flöz durch ein ca. 22 m mächtiges Hauptzwischenmittel in ein Ober- und ein Unterflöz getrennt, welches in Richtung Muldenzentrum stark ausdünn. Das Hauptzwischenmittel ist überwiegend sandig-siltig entwickelt. Der Wechsel von sandig-feinkiesigen und siltig-tonigen Sedimenten sowie das Auftreten von kleindimensionalen Rippelbildungen, Feinsandlinsen im Dezimeterbereich und normal gradierten Sedimentlagen verweisen auf ein Ablagerungsmilieu einer fluviatilen Randfazies mit untergeordneten Charakteristiken eines "Fluß-Delta-Environments". Die Zunahme der organischen Sedimentation im Bereich der hangenden Unten-grob-Sequenz ("fining upward sequence") wird dokumentiert durch Pflanzendetritus, eingeschwemmte Holzreste in tlw. ausgezeichneter Erhaltung, aber auch sekundär diagenetisch veränderte Wurzelhorizonte treten häufig auf. Der eindeutige Nachweis von flußbegleitenden Pflanzenvergesellschaftungen in zwei Horizonten im oberen Teil des Hauptzwischenmittels (paläobotanische Bearbeitung: KOVAR-EDER, MELLER), sowie das vereinzelte Auftreten von Baumstubben leiten über zur organisch dominierten Sedimentation und zur Ausbildung des Oberflözes.

Die Hangendabfolge beendet die mächtige Ausbildung des Flözes und es beginnt wieder eine überwiegend siliziklastische Sedimentation. Die siltig-sandige Basis zeigt vereinzelt grobklastische Einschaltungen in Form von Kieslinsen und geringmächtigen Rinnensedimenten ("channel fillings"), welche reich an Früchten und Samen sind. Die weitere Zunahme des grobklastischen Einflusses zeigt einerseits Charakteristika von sehr schlecht sortierten, matrixgestützten Gravitätsströmen ("debris flow deposits"), andererseits handelt es sich um proximale Ablagerungen eines fluviatilen Environments, welche im Bereich des zweigeteilten Kohleflözchens in einen distalen fluviatilen Sedimentationsraum überleitet mit charakteristischen Überflutungssedimenten und Ablagerungen in Überflutungsdepressionen ("floodplain/floodbasin sediments"). Der Karbonatgehalt im unmittelbaren Bereich des zweigeteilten Kohleflözchens ist auffällig, zumal in den gesamten liegenden Einheiten der Ostmulde kein primäres Karbonat vorhanden ist. In diesem Bereich (O4) und 8–10 Meter tiefer (O3) bei Meter 100 im Standardprofil (Abb. 5) finden sich die reichen Fundstellen der fossilen Vertebrata und Mollusken. Eine detaillierte Analyse des sedimentologischen Environments ist in DAXNER-HÖCK et al. (1998) zu finden.

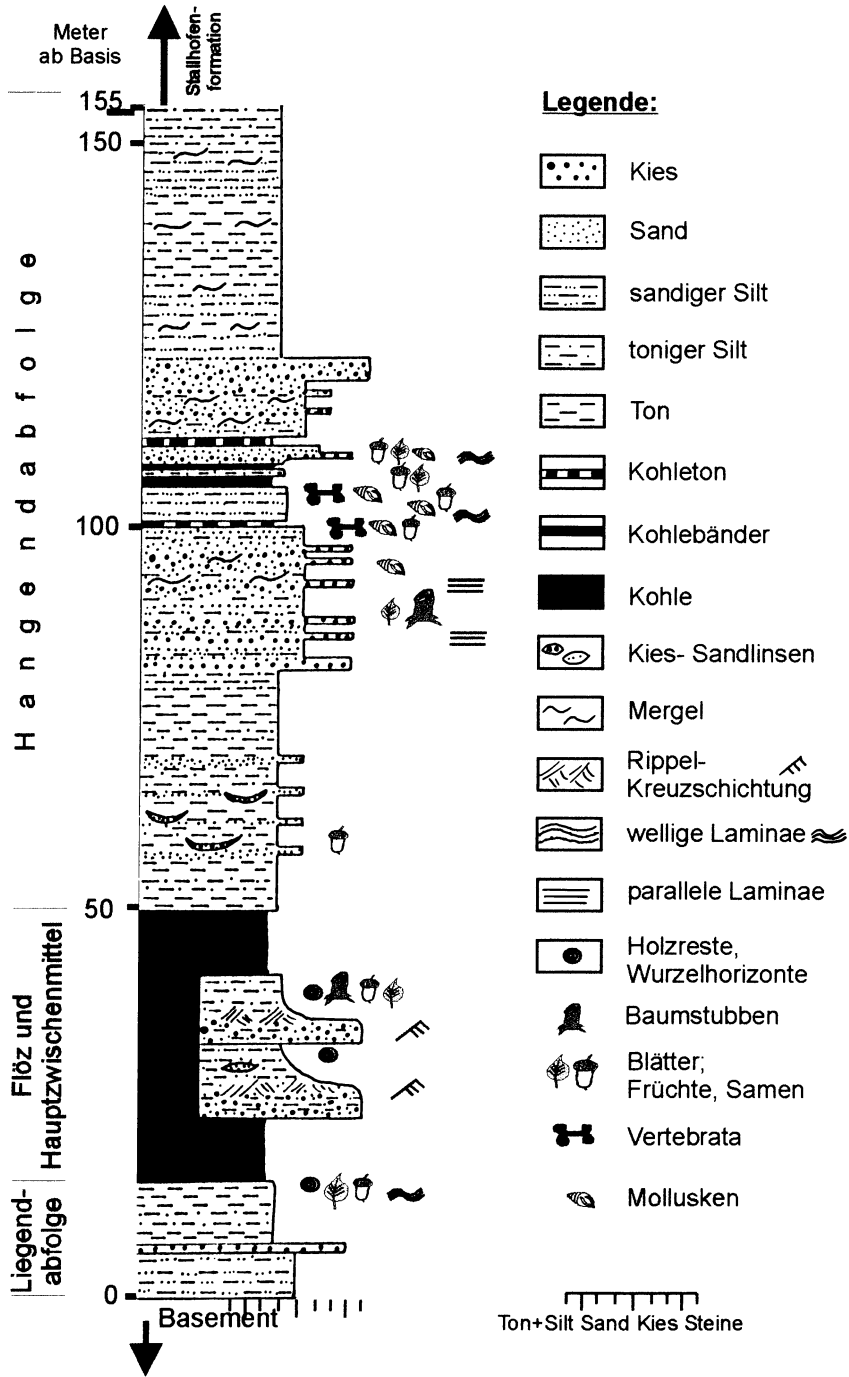


Abb. 5: Standardprofil: Tagebau Oberdorf

4. Literatur

- BACH, F. (1909): Die tertiären Landsäugetiere der Steiermark. – Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark, **45**: 60–127. – Graz.
- DAXNER-HÖCK, G., de BRUIJN, H. & FOUSSEKIS, D. (1990): Bericht 1989 über das Projekt "Kleinsäuger" der begleitenden Grundlagenforschung. – Jb. Geol. Bundes-Anstalt, **133/3**: 508–510. – Wien
- , HAAS, M., MELLER, B. & STEININGER, F. F. (1998): Wirbeltiere aus dem Unter-Miozän des Lignit-Tagebaues Oberdorf (Weststeirisches Becken, Österreich). 10. Palökologie, Sedimentologie und Stratigraphie. – Ann. Naturhist. Mus. Wien, (A) **99**: 195–224. – Wien.
- EBNER, F. & SACHSENHOFER, R.F. (1991): Die Entwicklungsgeschichte des Steirischen Tertiärbeckens. – Mitt. Abt. Geol. und Paläont. Landesmuseum Joanneum, **49**: 1–96. – Graz.
- HAAS, M. (im Druck): Sedimentological investigations in the opencast mine Oberdorf, N Voitsberg, Styria. – In: STEININGER, F. F. (Ed.): The Miocene lignite deposit of Oberdorf, N Voitsberg, Styria, Austria. – Jb. Geol. Bundes-Anstalt. – Wien.
- HOFMANN, A. (1892): Beiträge zur miozänen Säugethierfauna der Steiermark. – Jahrb. Geol. Reichsanstalt, **42**: 63–67. – Wien.
- KOLCON, I. & SACHSENHOFER R. F. (1997): Petrologie und Palynologie der Kohle des Tagebaues Oberdorf. – In: HUBMANN, B. & STINGL, K. (Redak.): Fossile Florenfundpunkte der Mittelsteiermark. – Exkursionsführer: Symposium Graz 7.–9. Juli 1997, Paläobotanische Forschung 100 Jahre nach Freiherr Constantin von Ettingshausen, S. 62. – Graz.
- KOVAR-EDER, J. (im Druck): The leaf assemblages from the opencast mine Oberdorf. – In: STEININGER, F. F. (Ed.): The Miocene lignite deposit of Oberdorf, N Voitsberg, Styria, Austria. – Jb. Geol. Bundes-Anstalt. – Wien.
- , MELLER, B. & ZETTER, R. (in press): Comparative investigations on the basal fossiliferous layers at the open cast mine Oberdorf (Köflach-Voitsberg lignite deposit, Styria, Austria, Lower Miocene). – Rev. Palaeobot. Palynol. – Amsterdam, Oxford, New York.
- MELLER, B. (1995): Früchte und Samen aus dem Köflach-Voitsberger Braunkohlenrevier (Miozän; Steiermark, Österreich). – Diss. Formal-Naturwiss. Fakultät Univ. Wien, D-28789/1,2.
- (im Druck): Palaeocarpological investigations in the opencast mine Oberdorf, N Voitsberg, Styria. – In: STEININGER, F. F. (Ed.): The Miocene lignite deposit of Oberdorf, N Voitsberg, Styria, Austria. – Jb. Geol. Bundes-Anstalt. – Wien.
- , KOVAR-EDER, J., & ZETTER, R. (in press): Lower Miocene diaspore-, leaf-, and palynomorph-assemblages from the base of the lignite-bearing sequence in the opencast mine Oberdorf N Voitsberg (Styria, Austria) as indication of a "Younger Mastixioid" vegetation. – Flora.
- MOTTL, M. (1970): Die jungtertiären Säugetierfaunen der Steiermark, Südost-Österreichs. – Mitteilungen des Museums für Bergbau, Geologie und Technik am Landesmuseum Joanneum, **31**: 3–92. – Graz.
- OBERHAUSER, R. (Hrsg.) (1980): Der geologische Aufbau Österreichs. – 699 S. – Wien (Springer Verlag).
- POHL, W. (1970): Die Kohle des Köflach-Voitsberger Revieres. – Berg- u. Hüttenmänn. Monatsh., **115**: 270–277. – Wien.
- (1976): Zur Geologie des Braunkohlenbeckens von Köflach-Voitsberg (Steiermark). – Berg- u. Hüttenmänn. Monatsh., **121/ 10**: 420–427. – Wien.
- STACH, E. et al. (1982): Stach's Textbook of Coal Petrology. – 3rd ed.: 535 S. – Berlin, Stuttgart (Borntraeger).

- STEININGER, F.F., RÖGL, F., HOCHULI, P. & MÜLLER, C. (1989): Lignite deposition and marine cycles. The Austrian Tertiary Lignite deposits. A case history. – Sitz.-Ber. Öster. Akad. Wiss., Math.-naturwiss. Kl., Abt. I, **197**/5–10. – Wien.
- THENIUS, E. (1956): Die Suiden und Tayassuiden des steirischen Tertiärs. – Sitz.-Berichte Österr. Akad. Wiss., mathem.-naturwiss. Kl., Abt. I, **156**: 337–382. – Wien
- WEBER, L. & WEISS, A. (1983): Bergbaugeschichte und Geologie der österreichischen Braunkohlenvorkommen. – Archiv f. Lagerstättenforsch., **4**: 1–317. – Wien.