Jb. Geol. B.-A.	ISSN 0016–7800	Band **126**	Heft 2	S. 259–285	Wien, November 1983

Zyklische Gliederung der Eibiswalder Schichten (Südweststeiermark)

Von KARL NEBERT*)

Mit 15 Abbildungen und 6 Tabellen

Steiermark
Eibiswalder Neogenbucht
Eibiswalder Schichten
Zyklische Sedimentation
Lignit

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blätter 189, 190, 206, 207

Inhalt

Zusammenfassung, Summary ... 259
1. Einleitung ... 260
1.1. Geographisch-geologische Lage des untersuchten Gebietes ... 260
1.2. Bemerkungen zu den kohlengeologischen Untersuchungen ... 260
1.3. Bemerkungen zu den Schwermineralanalysen ... 262
2. Die bisherige lithostratigraphische Gliederung der Eibiswalder Schichten ... 262
3. Die zyklische Gliederung der Eibiswalder Schichten ... 264
3.1. Der Wieser Sedimentationszyklus ... 264
3.1.1. Gesteinsbestand und Schichtfolge des Wieser Sedimentationszyklus ... 264
3.1.2. Lagerungsverhältnisse und stratigraphische Abgrenzung des Wieser Sedimentationszyklus ... 272
3.1.3. Alter und Dauer des Wieser Sedimentationszyklus ... 272
3.2. Der Eibiswalder Sedimentationszyklus ... 273
3.2.1. Gesteinsbestand und Schichtfolge des Eibiswalder Sedimentationszyklus ... 273
3.2.2. Lagerungsverhältnisse und stratigraphische Abgrenzung des Eibiswalder Sedimentationszyklus ... 275
3.2.3. Alter und Dauer des Eibiswalder Sedimentationszyklus ... 276
3.3. Der Habischegger Sedimentationszyklus ... 276
3.3.1. Gesteinsbestand und Schichtfolge des Habischegger Sedimentationszyklus ... 276
3.3.2. Lagerungsverhältnisse und stratigraphische Abgrenzung des Habischegger Sedimentationszyklus ... 277
3.3.3. Alter und Dauer des Habischegger Sedimentationszyklus ... 277
3.4. Der Wuggauer Sedimentationszyklus ... 277
3.4.1. Gesteinsbestand und Schichtfolge des Wuggauer Sedimentationszyklus ... 277
3.4.2. Lagerungsverhältnisse und stratigraphische Abgrenzung des Wuggauer Sedimentationszyklus ... 278
3.4.3. Alter und Dauer des Wuggauer Sedimentationszyklus ... 279
4. Diskussion und Deutung der Ergebnisse ... 280
Dank ... 284
Literatur ... 286

Zusammenfassung

Lithostratigraphische, fazielle und sedimentologische Untersuchungen haben erstmalig den Nachweis erbracht, daß die Sedimente der über 2.500 m mächtigen Eibiswalder Schichten im Tertiärgebiet zwischen der Sulm und der Saggau (Südweststeiermark) während vier Sedimentationszyklen zur Ablagerung gelangten. Jeder Zyklus besteht aus einer fluviatilen, einer fluviatil-limnischen und einer limnischen Phase, wobei das Korn der Sedimente in vertikaler Richtung stetig abnimmt. In diesem Phasenwechsel haben sich in erster Linie das Relief (Orographie) des Alimentationsgebietes sowie die Senkungsgeschwindigkeit des Beckenbodens abgebildet.

Jeder der vier Zyklen führt ein Kohlenflöz, das als integrierendes Faziesglied während einer telmatischen Phase entstand, jedoch nur dort, wo während der fluviatil-limnischen Phase ein entsprechender Bildungsraum und günstige Bildungsbedingungen vorhanden waren.

Weiterhin ließ sich erstmalig nachweisen, daß die erwähnten Phasen eines Sedimentationszyklus sich auch in der Zusammensetzung der Schwermineralassoziation der Sedimente abbilden. Die fluviatile Phase kann als Granat-Phase bezeichnet werden, denn der Granatgehalt erreicht Spitzenwerte von über 85 %. In der fluviatil-limnischen Phase bilden Granat und Epidot den Hauptanteil der Schwermineralien, weshalb man von einer Granat-Epidot-Phase sprechen kann. Während der limnischen Phase dominiert Epidot mit über 70 %, womit eine Epidot-Phase typisiert wurde. In dieser Änderung der Zusammensetzung des Schwermineralgehaltes spiegelt sich der Verwitterungsgrad des Liefermaterials wider.

Für den untersuchten Tertiärraum von Eibiswald wird ein Modell des Ablaufs der Sedimentationszyklen entworfen.

Summary

For the first time, lithostratigraphic investigations combined with sedimentologic and facies analyses have provided the evidence of four sedimentary cycles within the 2500 m thick Tertiary sequence of Eibiswald (Southwest-Styria). Each cycle consists of a fluviatile, a fluviatile-limnic, and a limnic phase, during which the grain size of the sediments decreases continously in a vertical direction. This alternation of phases reflects primarily the relief (topography, orography) of the sedimentary source area as well as the subsidence rate of the sedimentary basin.

Each of the four cycles includes lignite, produced as an integrated member during the telmatic phase. However, lignite

*) Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. KARL NEBERT, Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Graz, Heinrichstraße 26, A-8010 Graz.

was generated only in those parts of the sedimentary basin, where the environment presented favourable conditions.

In addition, each of the above mentioned phases can be characterized by a typical spectrum of heavy minerals. The fluviatile phase presents a spectrum, in which garnet attains peakvalues of more than 85 %, denoting a garnet-phase. During the fluviatile-limnic phase garnet and epidote yield the main amount of heavy minerals and typify a garnet-epidote-phase. The spectrum of the limnic phase is dominated by epidote with more than 70 %, defining an epidote-phase. These changes in the assembly of heavy minerals express the degree of weathering of the delivered sedimentary material.

A model of evolution of the sedimentary cycles is provided for the studied Tertiary area.

1. Einleitung

Die Untersuchungen der vorliegenden Arbeit wurden im Rahmen des Forschungsprojektes „Eibiswald" der Firma „Stahl- und Walzwerk Marienhütte" durchgeführt. Zusätzliche finanzielle Unterstützung erhielt das Forschungsprojekt vom Land Steiermark und vom Bund (Ministerium für Handel, Gewerbe und Industrie sowie Ministerium für Wissenschaft und Forschung).

1.1. Geographisch-geologische Lage des untersuchten Gebietes

Das untersuchte Gebiet liegt in der Südweststeiermark (Abb. 1). Die Südgrenze des Gebietes wurde entlang des Laufes der Saggau fixiert. Als Nordgrenze fungiert zunächst die Schwarze Sulm. Nach deren Vereinigung mit der Weißen Sulm übernimmt der Sulm-Bach die Nordgrenze des Untersuchungsgebietes. Im Westen bildet die reich zergliederte Ostabdachung der Koralpe die Grenze. Der Saggau-Bach hat bis zur Ortschaft Saggau (s. geolog. Karte, Abb. 2) eine annähernd östliche Fließrichtung. Ab dieser Ortschaft ist der Lauf des Saggau-Baches NE–SW ausgerichtet und liefert die Ostgrenze des untersuchten Gebietes.

Das in Frage stehende Gebiet liegt auf den Blättern 189 Deutschlandsberg, 190 Leibnitz, 206 Eibiswald und 207 Arnfels der Österreichischen Karte 1 : 50.000 (Abb. 1).

In regionalgeologischer Hinsicht umfaßt das untersuchte Gebiet den Mittel- und Nordabschnitt der Neogenbucht von Eibiswald und deren Umrahmung. Die Eibiswalder Bucht selbst ist die südliche Fortsetzung des Weststeirischen Beckens (H. FLÜGEL & H. HERITSCH, 1968; K. KOLLMANN, 1965; A. WINKLER, 1927).

Die Neogenbucht von Eibiswald wird überwiegend von miozänen Sedimenten eingenommen. Quartäre Sedimente treten lediglich in Form von Terrassenbildungen und Alluvionen auf.

Der Radl-Schutt gehört zu den ältesten Sedimenten des Miozäns. Er nimmt den südlichen Abschnitt der Eibiswalder Bucht ein (A. WINKLER, 1927, 1929). Den mittleren und nördlichen Abschnitt der Eibiswalder Bucht bauen die Eibiswalder Schichten auf. Sie bilden den eigentlichen Gegenstand der vorliegenden Untersuchungen. Zu den miozänen Sedimenten gehört auch die Schwanberg-Formation (s. geolog. Karte). Sie wird in einer gesonderten Arbeit behandelt.

1.2. Bemerkungen zu den kohlengeologischen Untersuchungen

Beobachtungen, die während einer vieljährigen Tätigkeit in der Kohlenexploration Anatoliens gesammelt wurden, führten zu einer für das Auffinden neuer Kohlenlagerstätten bedeutenden Erkenntnis (NEBERT 1960 und 1978), nämlich daß die Kohle stets als ein integrierendes Faziesglied innerhalb eines Sedimentationszyklus auftritt. Dies ließ sich für viele und ver-

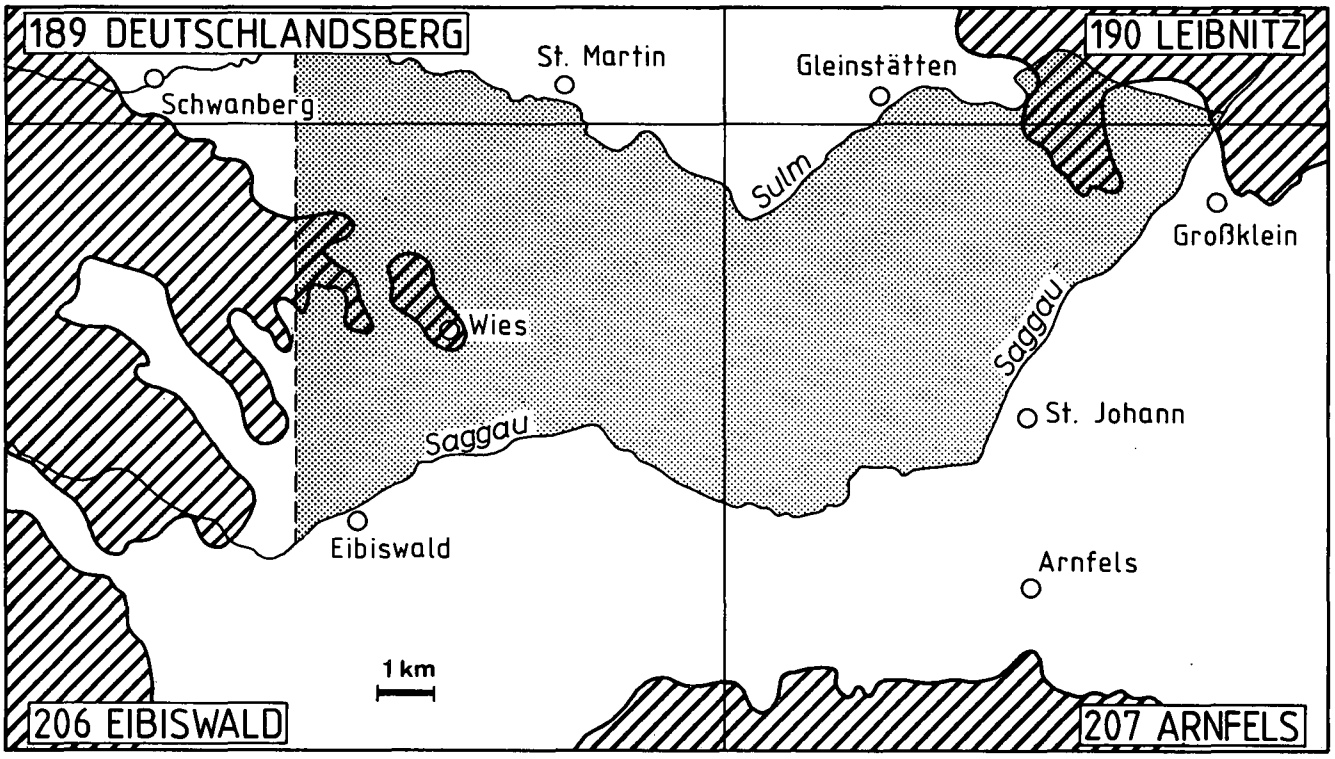

Abb. 1: Geographisch-geologische Lage des untersuchten Gebietes (punktiert) innerhalb der Kartenblätter 189 Deutschlandsberg, 190 Leibnitz, 206 Eibiswald und 207 Arnfels.
Schraffiert = vorneogenes Grundgebirge; unschraffiert = Neogen und Quartär.

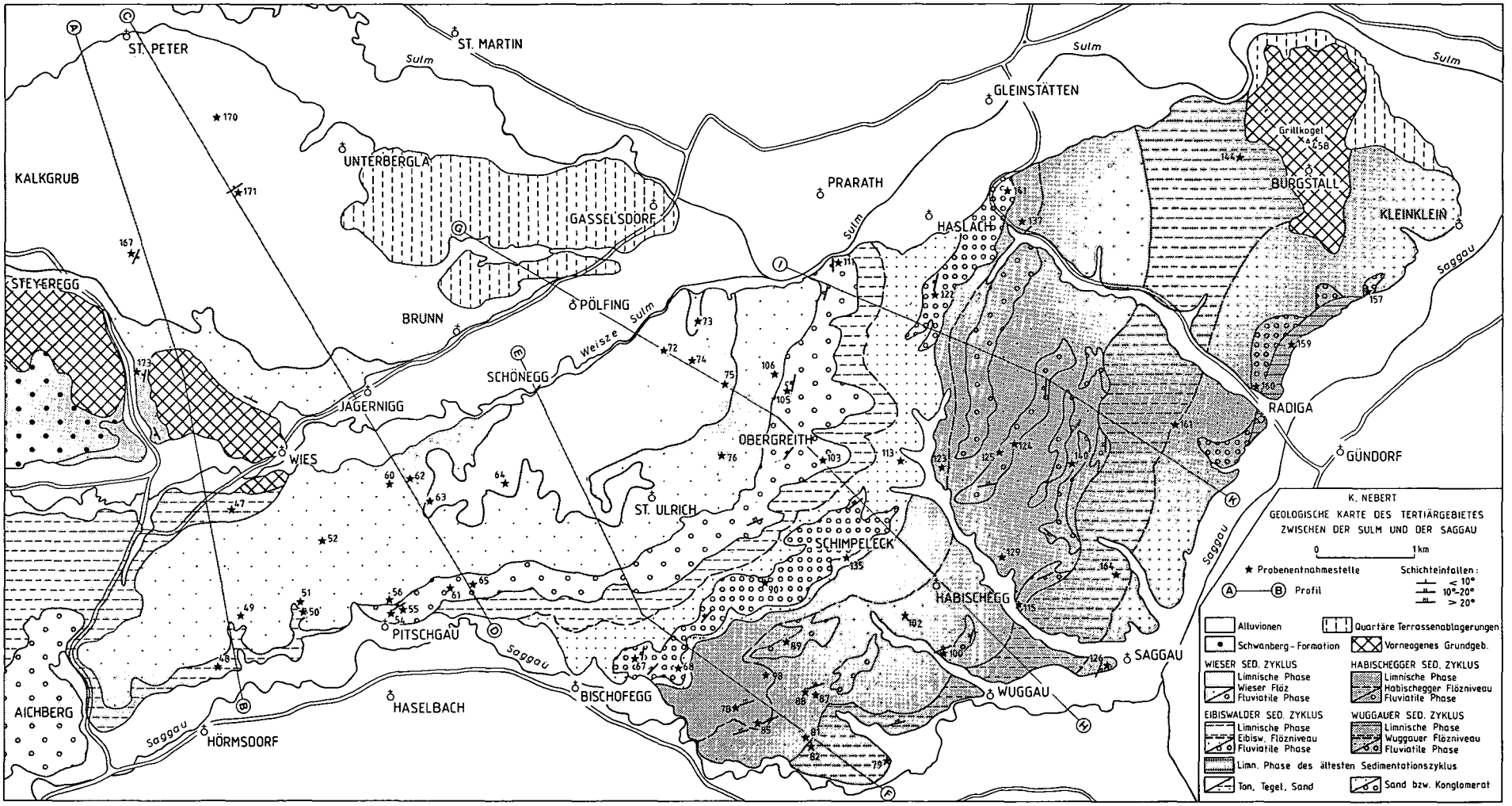

Abb. 2: Geologische Karte des Tertiärgebietes zwischen der Sulm und der Saggau.

schiedenaltrige Lignitlagerstätten bzw. -vorkommen Anatoliens nachweisen. Die kohleführenden neogenen Formationen sind zyklisch gegliedert und jede der untersuchten Neogen-Formationen entspricht einem Sedimentationszyklus . Die zyklische Gliederung der Formationen äußert sich darin, daß die Korngröße der Sedimente in zeitlicher Richtung stetig abnimmt, bis schließlich nur mehr Präzipitationssedimente zur Ablagerung gelangen.

Die lithologische Analyse der Formationen bzw. der Zyklen ergab eine ganz bestimmte Faziesfolge.

Jeder Zyklus beginnt mit grobklastischen Ablagerungen (Blockschutt, Schotter, Grobsand). Dieser Abschnitt würde einer fluviatilen Phase entsprechen. In vertikaler Richtung gehen die Sande in Tone über, womit eine fluviatil-limnische Phase charakterisiert werden kann. Innerhalb der fluviatil-limnischen Phase kann bei Vorhandensein eines geeigneten Bildungsraumes und günstigen Bildungsbedingungen Kohle entstehen. Die Bildung von Kohle erfolgt dann während einer telmatischen Phase (Telma = Moor, Sumpf, griech.). Eine mehr oder minder unvermittelt einsetzende Mergelsedimendation unterbricht die Bildung von Kohle. Die Mergelsedimendation geht schließlich in eine Kalksedimentation über bzw. sie wird von dieser abgelöst. Mergel und Kalk gelangten während einer limnischenen Phase zur Ablagerung.

Diese Erfahrungen lagen auch der kohlengeologischen Detailuntersuchung des eingangs umrissenen Arbeitsgebietes zugrunde. Mit Hilfe der lithologischen Faziesanalyse ließen sich vier Sedimentationszyklen innerhalb der Eibiswalder Schichten herausarbeiten. Für jeden Zyklus konnten auch die charakteristischen Phasen nachgewiesen werden, d. h. jeder Zyklus ist durch Sedimente der fluviatilen, der fluviatil-limnischen und der limnischen Phase vertreten. Zudem führt jeder Zyklus ein Kohlenflöz als Produkt einer telmatischen Phase. Die nächstfolgenden Kapitel sind der ausführlichen Beschreibung dieser vier Sedimentationszyklen gewidmet.

1.3. Bemerkungen zu den Schwermineralanalysen

Die Schwermineralanalyse wurde verschiedentlich für die Typisierung von Sedimenten herangezogen, so auch in der Arbeit von NEBERT, GEUTEBRÜCK & TRAUSSNIGG (1980), die sich auf den Neogenraum von Tauchen–Bubendorf–Draßmarkt bezieht. Dort ließen sich die auftretenden Formationen mit Hilfe von charakteristischen Schwermineralassoziationen typisieren. Nach den Untersuchungsergebnissen vorliegender Arbeit ist es erwiesen, daß nicht Formationen sondern Phasen von Sedimentationszyklen typisiert wurden, denn wie noch gezeigt werden soll, bilden sich die Phasen eines Sedimentationszyklus auch in der Zusammensetzung des Schwermineralspektrums von Sedimenten ab.

So wurde die Schwermineralanalyse auch in der kohlengeologischen Untersuchung des Eibiswalder Raumes zunächst in der Hoffnung eingesetzt, daß der Schwermineralgehalt der untersuchten Sedimente die kartenmäßige Trennung der vier Sedimentationszyklen ermöglichen würde.

An die 120 Sedimentproben wurden auf ihren Schwermineralgehalt untersucht. Die Probenentnahmestellen sind auf der geologischen Karte (Abb. 2) mit einem Sternchen angegeben. Es handelt sich hierbei um Schlitzproben, die Tagesaufschlüssen entnommen und auf 1–2 kg herabgeviertelt wurden. Die Beprobungsspanne betrug in der Regel mindestens 1 m. Nur selten mußte sich die Beprobung auf eine Punktprobe beschränken. Bei Psephiten (Blockschutt und Schotter) wurde der Matrixsand beprobt. Die einzelnen Proben wurden auf nassem Wege geschlämmt. Die Schwermineralien aus der Kornfraktion 0,045 mm–0,250 mm wurden im Scheidetrichter mit Hilfe von 1,2,2,2-Tetrabromäthan (D = 2,96) abgetrennt. Mit den isolierten Schwermineralien wurde ein Streupräparat angefertigt. Die Einbettung der Schwermineralien erfolgte in Kanadabalsam.

Sowohl durchsichtige als auch opake Körner gelangten zur Auszählung. Bei den durchsichtigen Schwermineralien wurden im Durchschnitt 200 Körner bestimmt und gezählt. Opake Körner wurden quantitativ erfaßt.

Die Urliste der ausgezählten Schwermineralkörner ist für jeden der vier Sedimentationzyklen tabellarisch angelegt und unterteilt in die charakteristischen Phasen eines Zyklus.

In sedimentologischen Arbeiten wird die Zusammensetzung einer Schwermineralassoziation einer Sedimentprobe in der Regel mit Hilfe eines Kreisdiagrammes dargestellt. Ich wählte hierfür das Häufigkeitsdiagramm (Histogramm) und reihte in ihm die durchsichtigen Schwermineralien nach ihrer physikalischen und chemischen Resistenz. Auf diese Art ergibt sich eine Stabilitätsreihe. Im linken Teil des Diagramms erscheinen die chemisch und physikalisch unstabilen, demnach leicht verwitterbaren Schwermineralien, gereiht nach ihrem Stabilitätsgrad: Apatit (AP), Hornblende (HB) und Granat (GR). Der rechte Teil des Diagramms enthält Mineralien mit einer hohen bis extrem hohen chemischen Resistenz, nämlich die verwitterungsstabilen Mineralien: Turmalin (TU), Zirkon (ZI) und Rutil (RU). Dazwischen liegen die Mineralien mit einer intermediären physikalisch-chemischen Resistenz: Epidot + Klinozoisit (EP), Chloritoid (CD), Stauroith (ST) und Disthen (DI). Die angeführte Stabilitätsreihe wurde der einschlägigen Fachliteratur (GRIMM, WEYL, WIESENEDER, ZÖBERLEIN) entnommen.

Das Verhältnis „opake Mineralien : durchsichtige Mineralien" kann für die Typisierung einer Schwermineralassoziation desgleichen herangezogen werden. Deshalb erscheint dieses Verhältnis graphisch in Form eines liegenden Balkens unter dem Histogramm der durchsichtigen Mineralien. Schwarz kennzeichnet den opaken, weiß den durchsichtigen Anteil.

Um das Auftreten der vier Sedimentationszyklen im gesamten Untersuchungsgebiet glaubwürdig zu dokumentieren, wurden die beprobten Tagesaufschlüsse auf Säulenprofile bezogen. Die stratigraphische Position jedes Aufschlusses wurde konstruktiv ermittelt. Die Säulenprofile (A–B, C–D, E–F, G–H und I–K; Abb. 5–9) zeigen sowohl den stratigraphischen Aufbau der vier Sedimentationszyklen als auch das lithostratigraphische Erscheinungsbild der einzelnen beprobten Aufschlüsse. Die Lage der geologischen Schnitte, mit deren Hilfe die Säulenprofile konstruiert wurden, ist auf der geologischen Karte (Abb. 2) eingezeichnet.

2. Die bisherige lithostratigraphische Gliederung der Eibiswalder Schichten

In ihrer Gesamtheit wurde die Eibiswalder Neogenbucht von A. WINKLER (1924 und 1927) beschrieben. Dieser Autor widmet eine detaillierte Analyse allen

bis dahin erschienenen geologischen Arbeiten, so daß auf deren nochmalige Anführung im Rahmen vorliegender Arbeit verzichtet werden kann. Lediglich auf eine eingehende geologische und montangeologische Untersuchung des Wieser Reviers von G. HIESSLEITNER (1926) soll noch hingewiesen werden.

Den mittleren und nördlichen Abschnitt der Eibiswalder Bucht bauen die Eibiswalder Schichten auf. Letztere unterteilt WINKLER in Untere, Mittlere und Obere Eibiswalder Schichten, wobei er im Gegensatz zu W. PETRASCHECK (1924) zwei Kohlenflözhorizonte unterscheidet: das Eibiswalder Flöz und das Wieser Flöz. W.

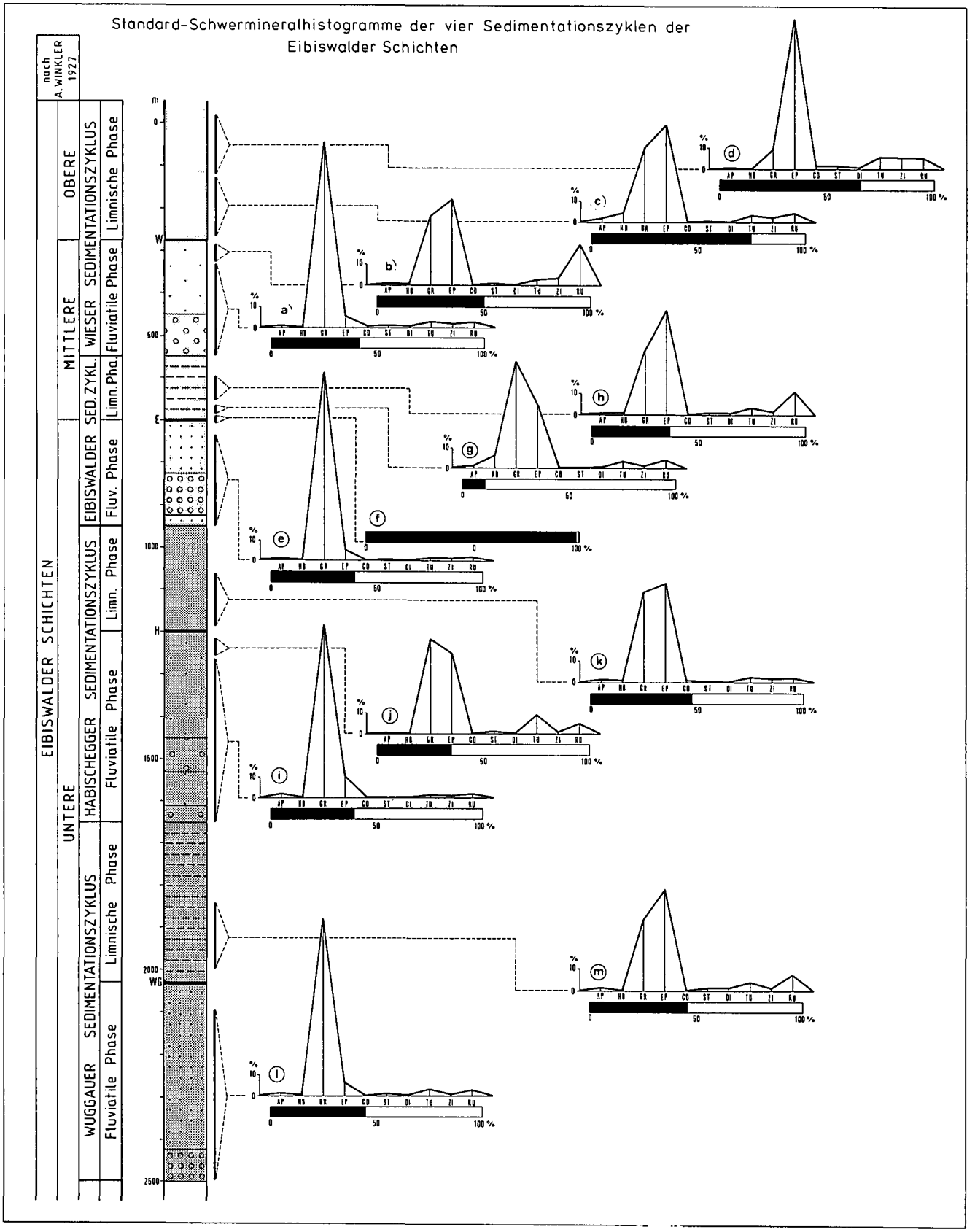

Abb. 3: Standard-Schwermineralhistogramme der vier Sedimentationszyklen der Eibiswalder Schichten (Legende siehe Abb. 2).

PETRASCHECK war der Ansicht, daß das Eibiswalder Flöz und das Wieser Flöz ein und demselben Kohlehorizont angehören. Infolge einer regionalen Verwerfung seien die beiden Flöze in zwei verschiedene Niveaus versetzt worden.

Nach A. WINKLER trennt das Eibiswalder Flöz die Unteren Eibiswalder Schichten von den Mittleren Eibiswalder Schichten; es liegt somit an der Basis der Mittleren Eibiswalder Schichten (Abb. 3). Das Wieser Flöz trennt die Mittleren Eibiswalder Schichten von den Oberen Eibiswalder Schichten; es liegt infolgedessen an der Basis der Oberen Eibiswalder Schichten (Abb. 3). Diese stratigraphische Gliederung wurde in der Folge auch von anderen Autoren übernommen (FLÜGEL & HERITSCH, 1968; HIESSLEITNER, 1926, KOLLMANN, 1965).

Die Unteren Eibiswalder Schichten faßt A. WINKLER als einen Komplex grobklastischer Ablagerungen auf, die aus einem vielfältigen Wechsel von Sanden, Kiesen, Schottern und Konglomeraten bestehen. Untergeordnet kommen auch Tone vor. Es soll sich hierbei überwiegend um fluviatile Bildungen handeln. Die Mächtigkeit der Unteren Eibiswalder Schichten beträgt nach diesem Autor über 1500 m.

Als Mittlere Eibiswalder Schichten haben A. WINKLER (1924 und 1927) und G. HIESSLEITNER (1926) jenen Schichtkomplex klastischer Sedimente beschrieben, der stratigraphisch zwischen dem Eibiswalder und dem Wieser Kohlenflöz liegt (Abb. 3). Nach den beiden Autoren sind die Mittleren Eibiswalder Schichten lithologisch durch einen merklich feinkörnigeren Charakter gekennzeichnet: Sande, sandige Tone und Tone in lebhafter Wechsellagerung. Grobklastische Bildungen, wie Konglomerate, Schotter und Kiese treten stark zurück; Tone dominieren. Als Leithorizont wird das Eibiswalder Flöz angeführt. Die Mächtigkeit der Mittleren Eibiswalder Schichten wird mit 400 m angegeben (HIESSLEITNER, 1926; WINKLER, 1927). Sie werden als lakustrine Sedimente aufgefaßt (WINKLER, 1927). Das Wieser Flöz bildet den Abschluß der Mittleren Eibiswalder Schichten und trennt letztere von den Oberen Eibiswalder Schichten.

Die 400 m mächtigen Oberen Eibiswalder Schichten (HIESSLEITNER, 1926; WINKLER, 1927) liegen stratigraphisch über dem Wieser Flözhorizont (Abb. 3). Lithologisch werden sie desgleichen als feinkörnige Sedimente charakterisiert, und zwar bestehen sie aus Sanden, Tegeln und Tonen. Sie werden als limnische Ablagerungen aufgefaßt (WINKLER, 1927).

3. Die zyklische Gliederung der Eibiswalder Schichten

Das untersuchte Gebiet wird aus den Sedimenten von vier Sedimentationszyklen aufgebaut. Die Existenz eines fünften Zyklus, für das Untersuchungsgebiet zugleich der älteste Zyklus, ließ sich im Südostabschnitt des Gebietes lediglich erkennen. Da sein Ausbißareal beschränkt ist, wird auf ihn nicht näher eingegangen.

In der Reihenfolge ihres Alters (von jung nach alt) erhielten die Zyklen folgende Namen (Abb. 3):

- Wieser Sedimentationszyklus (oben)
- Eibiswalder Sedimentationszyklus
- Habischegger Sedimentationszyklus
- Wuggauer Sedimentationszyklus (unten).

Die Grenzen zwischen den auf der geologischen Karte (Abb. 2) ausgeschiedenen vier Sedimentationszyklen wurden konstruktiv unter Berücksichtigung der Faziesanalyse sowie unter Zugrundelegung der Ergebnisse der Schwermineralanalyse ermittelt. Die kontinuierliche Ausstrichlinie des Wieser Flözes wurde von der vom Revierbergbauamt Graz (1913) angefertigten Übersichtskarte des Wies-Eibiswalder Kohlenreviers übernommen. Die gestrichelte Linie (s. geolog. Karte) bei den übrigen Flözen (Eibiswalder, Habischegger und Wuggauer Flöz) stellt nicht deren Ausbißlinie, sondern deren konstruktiv ermitteltes stratigraphisches Niveau dar.

Der Einfachheit halber gelangten auf der geologischen Karte (Abb. 2) nicht alle drei Phasen der zu besprechenden Sedimentationszyklen zur Ausscheidung, sondern lediglich die fluviatile und die limnische Phase. Der untere Abschnitt der fluviatil-limnischen Phase wurde der fluviatilen Phase, und ihr oberer Abschnitt der limnischen Phase zugeteilt. Das Gleiche gilt für die fünf Säulenprofile (A–B, C–D, E–F, G–H und I–K) und für das Schema der zyklischen Gliederung der Eibiswalder Schichten (Abb. 3).

3.1. Der Wieser Sedimentationszyklus

Innerhalb der Eibiswalder Schichten ist der Wieser Sedimentationszyklus der jüngste. Seinen Namen erhielt er vom Wieser Flöz , das ein integrierendes Faziesglied des Wieser Zyklus ist.

Im untersuchten Gebiet nehmen die Sedimente des Wieser Zyklus flächenmäßig das größte Areal ein (s. geolog. Karte). Mit dieser großen Verbreitung hängt auch die größere Anzahl von künstlichen und natürlichen Aufschlüssen zusammen. Sie gewährleistete eine zufriedenstellende lithostratigraphische Untersuchung des Wieser Zyklus sowie eine gute Beprobung seiner Sedimente. Darüber hinaus ermöglichte die kontinuierliche Ausbißlinie des Wieser Flözes (s. geolog. Karte) eine genaue Fixierung des stratigraphischen Niveaus der entnommenen Proben. All dies trug dazu bei, daß sich alle Faziesglieder bzw. alle Phasen eines Sedimentationszyklus innerhalb der rund 600 m mächtigen Sedimentfolge des Wieser Zyklus nachweisen und dokumentieren ließen. Aus diesem Grund wurde der Wieser Sedimentationszyklus an den Anfang der Besprechungen gestellt

3.1.1. Gesteinsbestand und Schichtfolge des Wieser Sedimentationszyklus

Fluviatile Phase

Der Wieser Sedimentationszyklus beginnt mit einem Basalkonglomerat, dem Pitschgau-Konglomerat, das erstmalig von A. WINKLER (1927) aus dem Gebiet nördlich der Ortschaft Pitschgau beschrieben wurde. Im Rahmen vorliegender Detailkartierung ließ sich das Konglomerat vom Saggau-Bach, im Süden, bis zum Sulm-Bach im Norden (südlich der Ortschaft Prarath) des Untersuchungsgebietes lückenlos ausscheiden (s. geolog. Karte).

Das Pitschgau-Konglomerat besteht aus einzelnen, bis zu 5 m starken Bänken eines harten und verfestigten Konglomerats (Abb. 4a), denen Schotterlagen oder meterstarke Sandlagen bzw. dezimeterstarke Sandsteinbänke zwischengeschaltet sind. Das Konglomerat hat einen polymikten Charakter, denn die Komponenten setzen sich aus Quarz, ferner aus hellgrauen, dunkelgrauen oder rötlichen, bisweilen auch bläulichen Kalken von mesozoischem Charakter (HIESSLEITNER, 1926;

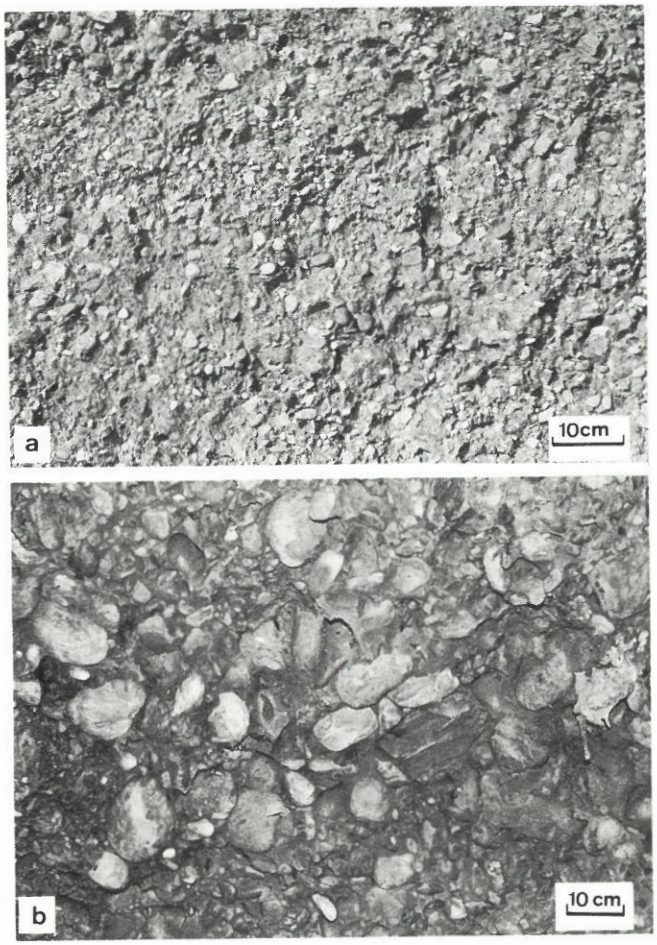

Abb. 4: Pitschgau-Konglomerat.
Bild a = Konglomeratbank a im Aufschluß 105 des Profils G–H. Bild b = Konglomeratbank in Aufschluß 110.

WINKLER, 1927), und schließlich aus Gneisen zusammen. Die Sand- bzw. Sandsteineinschaltungen sind oft diagonal geschichtet. Im allgemeinen nimmt die Größe der Komponenten von Süden nach Norden schreitend zu. Im Aufschluß der Typuslokalität nordöstlich von Pitschgau (Aufschlüsse 54 und 55, geolog. Karte), d. h. im Südabschnitt des Pitschgauer Konglomeratzuges, besitzen die Komponenten im Durchschnitt die Größe einer Walnuß (Abb. 4a). Demgegenüber enthält das Pitschgau-Konglomerat im Norden (z. B. in einem Aufschluß, der ca. 800 m südlich von der Ortschaft Prarath und 300 m SW von Aufschluß 111 liegt [s. geolog. Karte sowie Abb. 4b]) doppelfaustgroße Komponenten. Das Liefergebiet muß somit im Norden gelegen haben. Die Rundung der Klasten ist unterschiedlich. In ein und demselben Aufschluß können Lagen oder Bänke mit gut gerundeten Geröllen in Wechsellagerung mit solchen stehen, die schlecht gerundete oder kantige Klasten führen.

Die Mächtigkeit des Pitschgau-Konglomeratzuges beträgt im Süden, bei der Ortschaft Pitschgau, etwa 50 bis 100 m (vgl. Profil A–B und C–D). Gegen Norden nimmt die Mächtigkeit erheblich zu. Sie kann dort Werte von über 250 m erreichen, wie beispielsweise im Gebiet der Ortschaft Obergreith (Profil G–H und I–K). Diese Mächtigkeitszunahme würde desgleichen darauf hinweisen, daß das Alimentationsgebiet des Pitschgau-Konglomerats im Norden gelegen haben muß.

Seinem lithologischen Charakter nach stellt das Pitschgau-Konglomerat fluviatile Ablagerungen dar. Der fluviatile Charakter läßt sich auch aus der gelegentlich auftretenden Schrägschichtung von Sandlagen oder Sandsteinbänken folgern. Sie sind dem Konglomerat zwischengeschaltet. Mit dem Pitschgau-Konglomerat beginnt somit die fluviatile Phase des Wieser Sedimentationszyklus.

Über dem Pitschgau-Konglomerat setzt sich die Schichtfolge der fluviatilen Phase des Wieser Sedimentationszyklus mit klastischen Sedimenten fort, wobei die Korngröße in vertikaler Richtung allmählich abnimmt. Eine Wechsellagerung von grob- bis feinkörnigen Sanden und Tegeln bildet einen etwa 150 m mächtigen Schichtkomplex.

Das Pitschgau-Konglomerat ist an vielen Stellen (49/A–B, 54/C–D, 55/C–D, 61/C–D, 65/C–D, 103/G–H, 105/G–H und 111/I–K) aufgeschlossen, wodurch eine gute Beprobung für die Schwermineralanalyse gewährleistet war. Die Schwermineralassoziation des Pitschgau-Konglomerats besteht fast nur aus GR (s. die betreffenden Histogramme in den Profilen), der in den meisten Proben Spitzenwerte von über 95 % erreicht, wodurch der Schwermineralgehalt sich einer monomineralen Assoziation nähert. Der Gehalt der übrigen Schwermineralien ist verschwindend klein. Das Verhältnis „opake Mineralien zu durchsichtige Mineralien" dürfte desgleichen ein Charakteristikum sein; der opake Mineralanteil liegt in der Regel merklich unter 50 % (vgl. den Balken unter den Histogrammen der durchsichtigen Schwermineralien).

Die Schwermineralassoziation der über dem Pitschgau-Konglomerat folgenden fluviatilen Schichtfolge des Wieser Zyklus ist desgleichen durch Proben aus mehreren Aufschlüssen belegt (51/A–B, 173/A–B, 52/C–D, 56/C–D, 73/G–H, 76/G–H und 106/G–H). Die betreffenden Histogramme zeigen ein dominierendes GR-Maximum mit Spitzenwerten, die 80 % überschreiten, sowie niedrige Werte der resistenten Mineralien TU, ZI und RU. Bis auf eine Ausnahme (Diagramm 173b/A–B) liegt der opake Anteil unter 50 %. Der hohe Anteil an opaken Mineralien (über 85 %) in Diagramm 173b ist atypisch für den fluviatilen Abschnitt des Wieser Sedimentationszyklus. Er ist eine lokale Erscheinung und wahrscheinlich auf ein limonitisches Infiltrat zurückzuführen, das auch die betont intensive ockergelbe Färbung des beprobten Sandes verursacht hat.

Eine besondere Bedeutung kommt Aufschluß 51/A–B zu, denn er liefert gewissermaßen den Beweis, daß die Korngröße eines klastischen Sediments keinen Einfluß auf die Zusammensetzung seiner Schwermineralassoziation hat. Ton (51a und 51d), Tegel (51e), Feinsand (51c) und Grobsand (51b) besitzen nahezu die gleichen Schwermineraldiagramme. Die Faktoren, welche die Zusammensetzung der Schwermineralassoziation eines klastischen Sediments bestimmen, müssen daher anderswo gesucht werden. Auf dieses Problem wird später eingegangen.

Ein Standardhistogramm, das die durchschnittliche Zusammensetzung der Schwermineralassoziation für die fluviatile Phase des Wieser Sedimentationszyklus wiedergibt, erhält man, wenn man das arithmetische Mittel aller Proben der fluviatilen Phase und des Pitschgau-Konglomerats (Tab. 1, 2) berechnet. Das betreffende Diagramm (a, Abb. 3) präsentiert eine Schwermineralassoziation, die praktisch als „monomineral" zu bezeichnen wäre, denn GR dominiert mit über 80 %. Der prozentuelle Anteil der übrigen durchsichtigen Mineralien liegt unter 3 %, jener der opaken Mineralien merk-

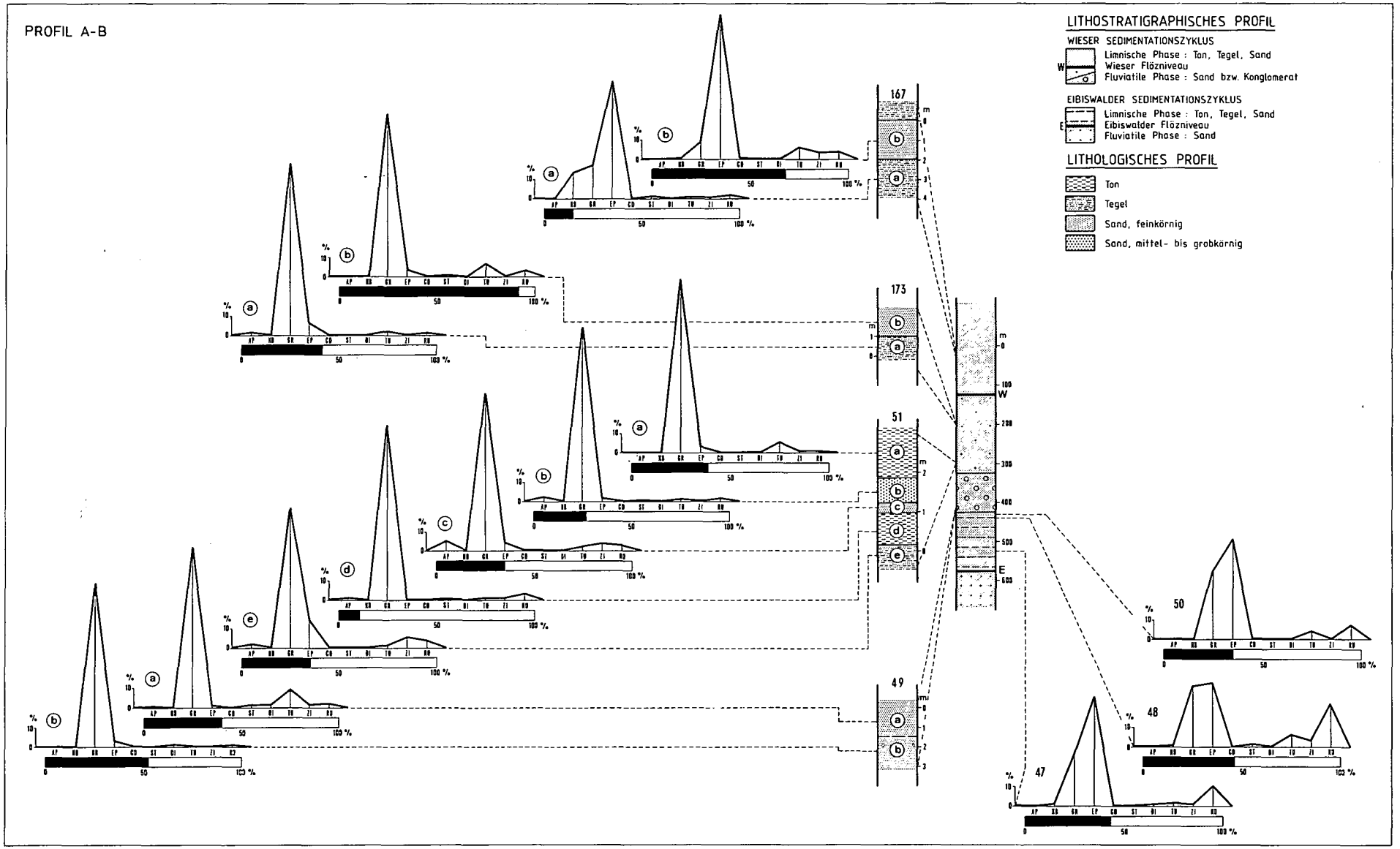

Abb. 5: Säulenprofile und Schwermineralhistogramme (Profil A–B; Lage siehe Abb. 2).

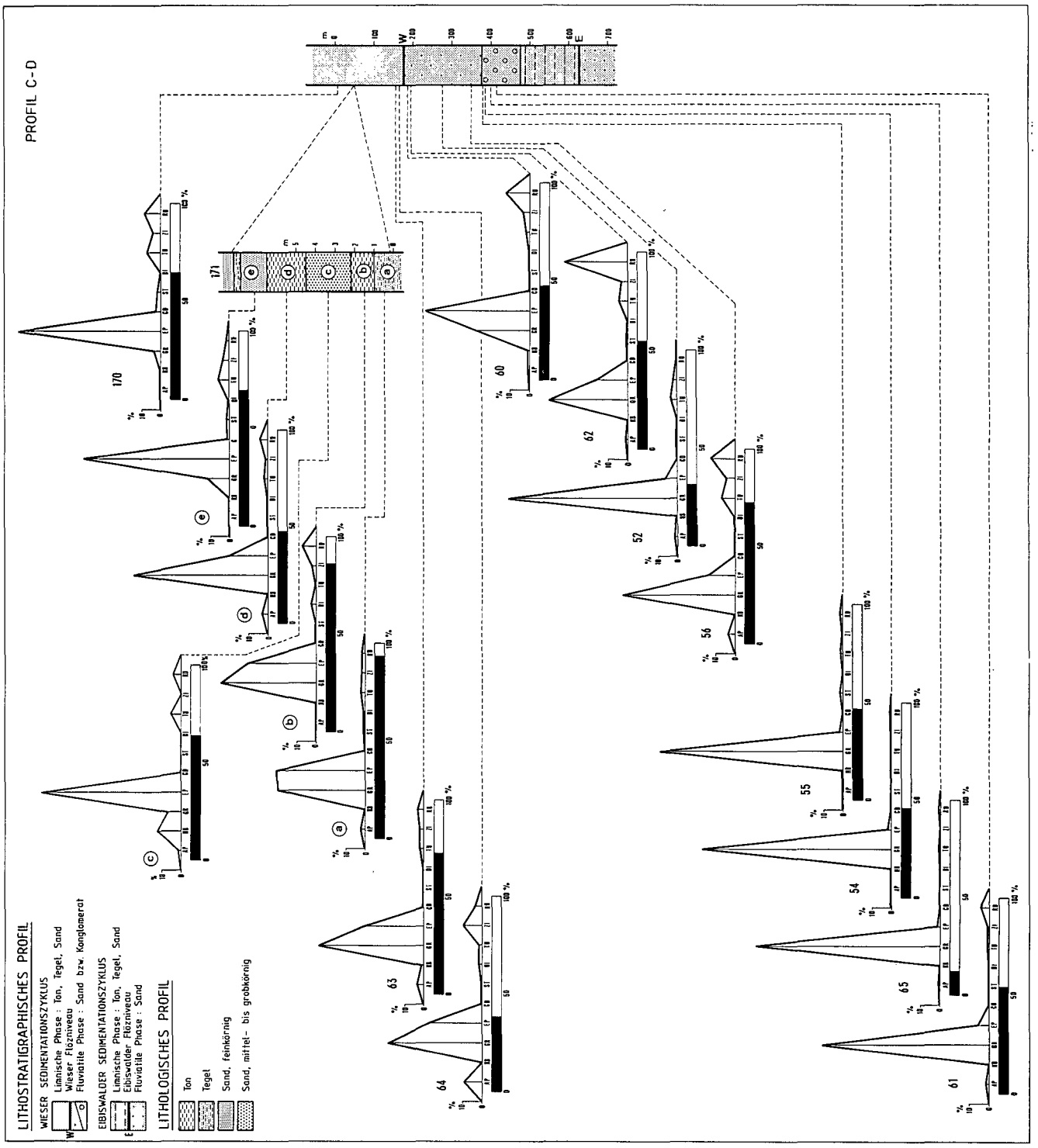

Abb. 6: Säulenprofile und Schwermineralhistogramme (Profil C–D; Lage siehe Abb. 2).

lich unter 50 %. (Bei der Berechnung des opaken Anteils wurde die Sandprobe 173b des Profils A–B nicht berücksichtigt, denn ihr anormal hoher Gehalt an opaken Mineralien hätte das arithmetische Mittel über die 50 %-ige Marke hinaus verschoben und damit den normalen opaken Anteil im Standarddiagramm verfälscht.)

Fluviatil-limnische Phase

Sie ist durch Feinsande, Tegel und Tone vertreten und stellt gewissermaßen einen Übergang zwischen der fluviatilen und der limnischen Phase her. Wie bereits erwähnt, wurde die fluviatil-limnische Phase auf der geologischen Karte und in den Säulenprofilen nicht gesondert ausgeschieden. Das Wieser Flöz und mit ihm die telmatische Phase liegt innerhalb der fluviatil-limnischen Phase und unterteilt sie in einen unteren Abschnitt, der das Liegende des Wieser Flözes einnimmt, und in einen oberen Abschnitt, der sein Hangendes aufbaut.

Die Histogramme der Schwermineralassoziation der fluviatil-limnischen Phase sind gekennzeichnet durch ein Maximum , das aus GR und EP besteht (z. B. 60/C–D, 62/C–D, 63/C–D, 64/C–D, 171a/C–D, 171b/C–D und 74/G–H).

Die Histogramme 60/C–D und 62/C–D weichen insofern von der Norm ab, als neben einem GR-EP-Haupt-

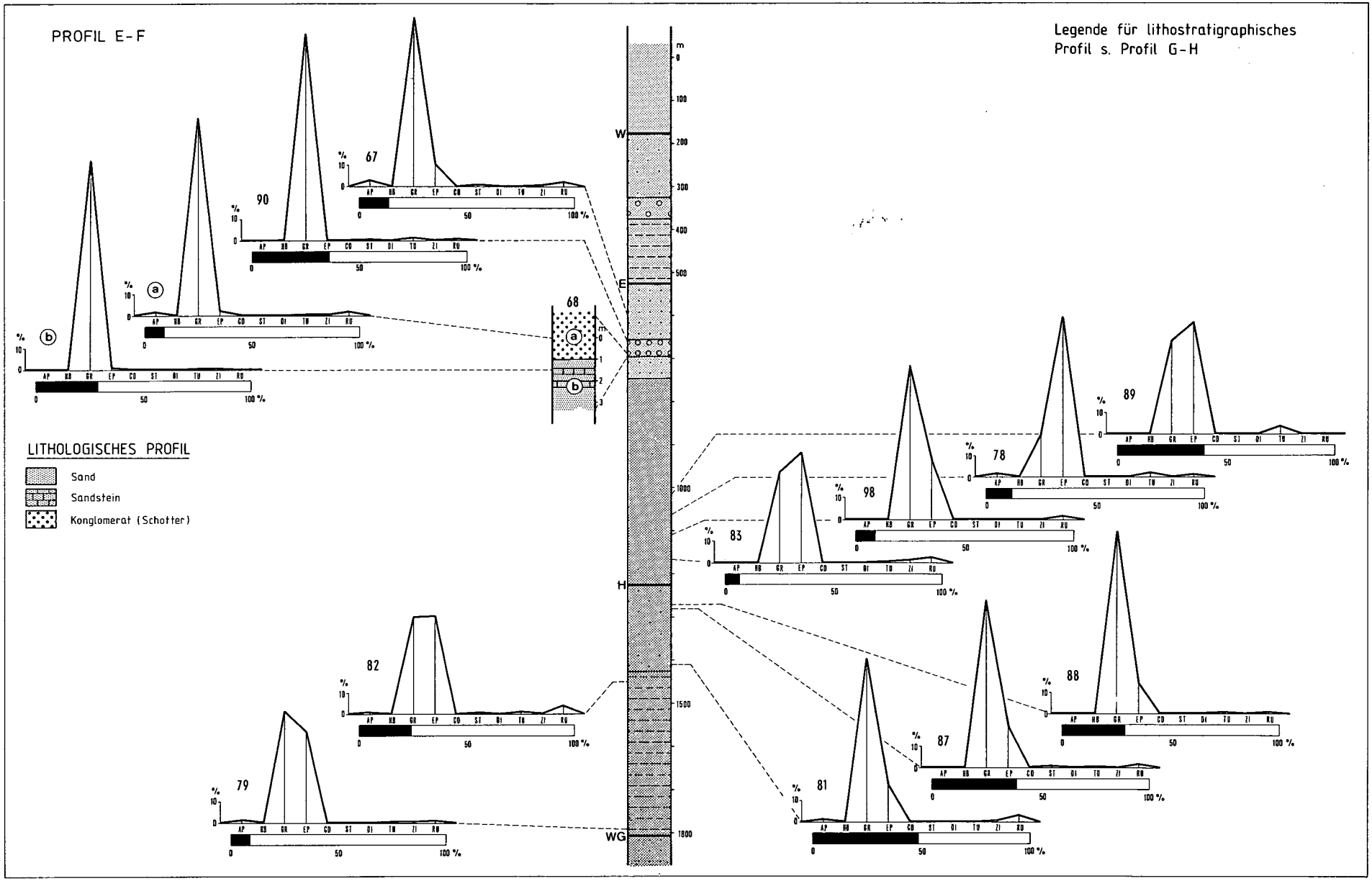

Abb. 7: Säulenprofile und Schwermineralhistogramme (Profil E–F; Lage siehe Abb. 2).

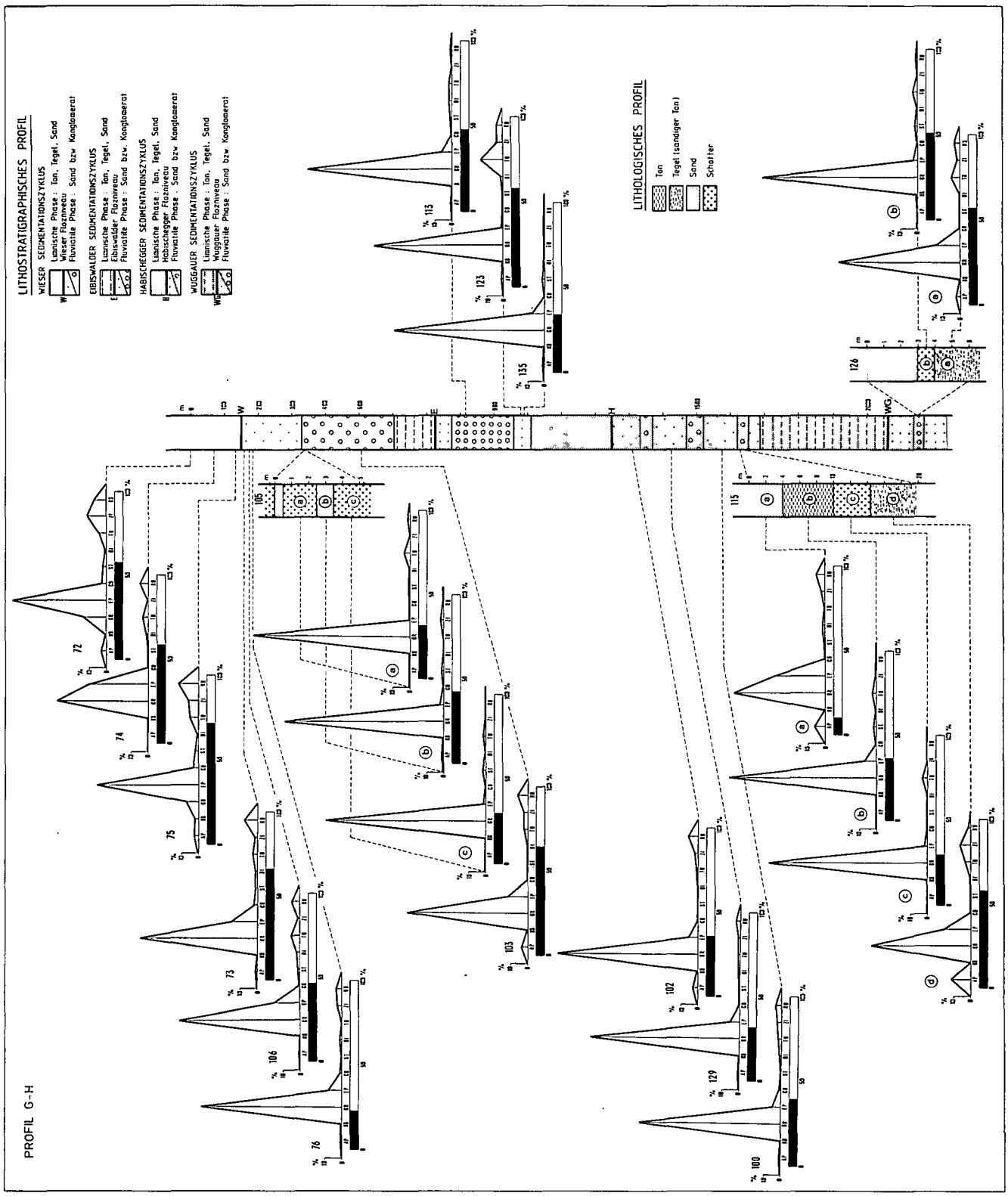

Abb. 8: Säulenprofile und Schwermineralhistogramme (Profil G–H; Lage siehe Abb. 2).

maximum, ein Nebenmaximum auftritt, das von den resistenten Mineralien TU, ZI und RU gebildet wird. Beispielsweise kann der RU-Anteil (62/C–D) über 33 % erreichen. Die beiden beprobten Aufschlüsse liegen stratigraphisch dicht unter dem Wieser Flöz. So besteht die Möglichkeit, daß das mit Huminsäure angereicherte Wasser des einstigen Torfmoors (NAUCKE, 1976) in die darunterliegenden, noch nicht verfestigten Sedimente einsickerte und die chemisch nichtresistenten Mineralien teilweise auflöste, wodurch es im Sediment zu einer relativen Anreicherung von chemisch resistenten Mineralien kam.

Histogramm b in Abb. 3 mag als Standarddiagramm des unteren Abschnitts, und Histogramm c als Standarddiagramm des oberen Abschnitts der fluviatil-limnischen Phase des Wieser Zyklus gelten. Beide Diagramme stellen jeweils das arithmetische Mittel der in Tab. 1 angeführten Analysenwerte dar.

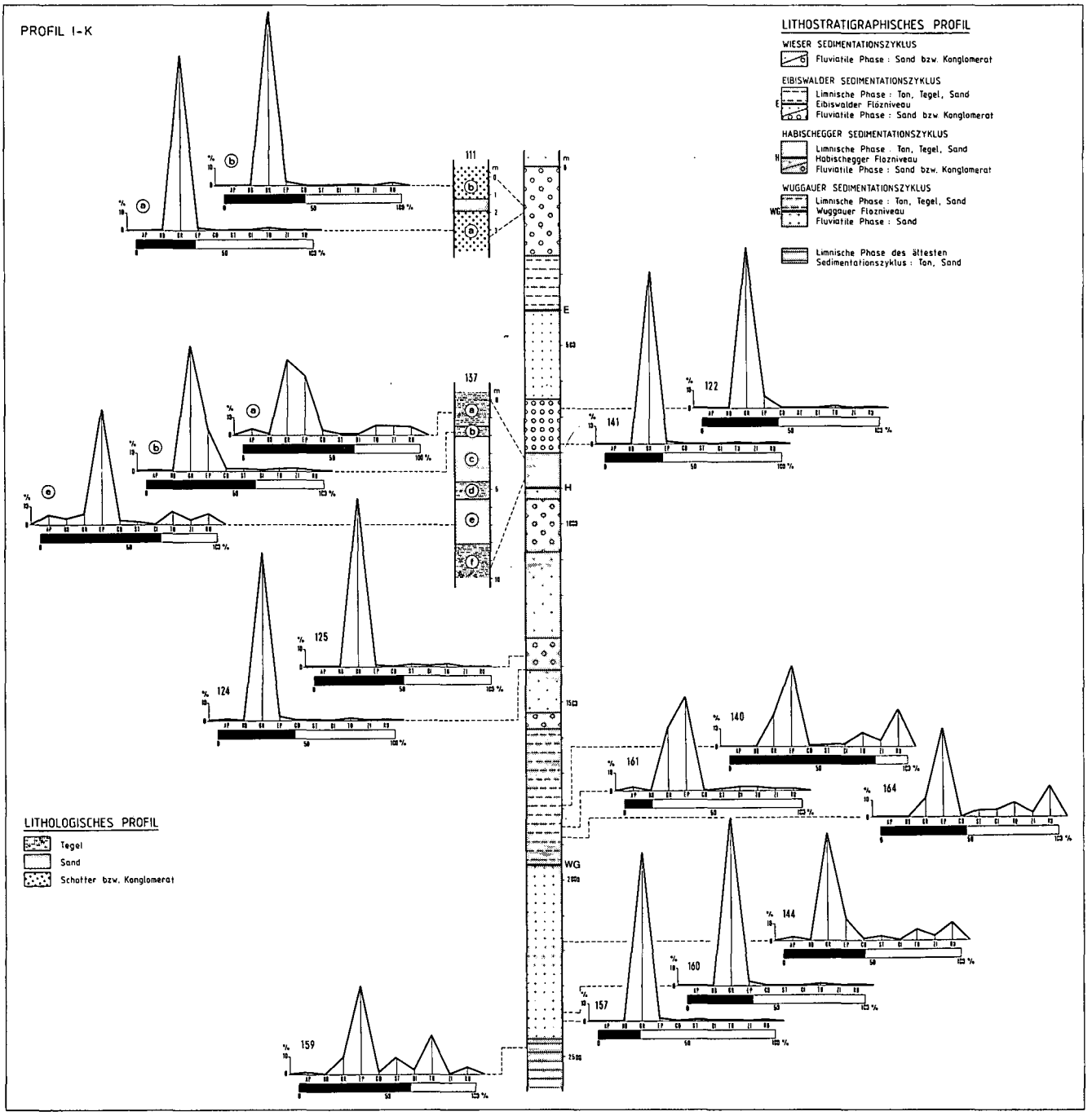

Abb. 9: Säulenprofile und Schwermineralhistogramme (Profil I–K; Lage siehe Abb. 2).

Telmatische Phase

Als telmatisches Faziesglied des Wieser Sedimentationszyklus stellt das Wieser Flöz ein eingelagertes Kohlenflöz dar. Es bildet einen einheitlichen Flözkörper, den man als Flözplatte bezeichnen kann und der eine beachtliche Ausdehnung hatte. Das Liegende und Hangende des Flözes nehmen die feinkörnigen Sedimente der fluviatil-limnischen Phase ein. Die Flözmächtigkeit lag ziemlich konstant bei 1 m. Infolge von Vertaubung nahm sie gegen Norden und Osten bis zum völligen Auskeilen des Flözes stetig ab. In unmittelbarer Nähe zur Grundgebirgsumrahmung nahm das Wieser Flöz den Charakter eines Grundflözes an, mit allen dazugehörigen Merkmalen, wie: größere, jedoch unregelmäßige Mächtigkeit, Unregelmäßigkeit im Flözaufbau und in der Flözlagerung, und teilweise gestörte Lagerung. Eine nur wenige Dezimeter starke Lage aus Sand und Tegel trennte das Flöz vom darunterliegenden Grundgebirge.

Die reine, aschenarme Wieser Kohle war eine feste, pechschwarze Glanzkohle mit guten brennstoffchemischen Eigenschaften (Heizwert über 5.000 kcal/kg). Mit zunehmendem Aschengehalt änderte sich auch das makroskopische Erscheinungsbild der Wieser Kohle, denn sie nahm den Charakter einer Mattbraunkohle (Heizwert: 3.000–4.000 kcal/kg) an. Einige an der Wieser Kohle ausgeführten Elementaranalysen bestätigen ihren fortgeschrittenen Reifegrad, demzufolge sie zu den qualitätsmäßig besten Ligniten Österreichs zählte.

Das Wieser Flöz bildete die wirtschaftliche Grundlage für das Wieser Glanzkohlenrevier , das jahrzehntelang eine hervorragende Bedeutung im Eibiswald-Wieser Kohlengebiet hatte (HIESSLEITNER, 1926; GEUTEBRÜCK, 1980a, b; NEBERT, 1980a).

Tabelle 1: Schwermineralliste des Wieser Sedimentationszyklus; Proben innerhalb der Profile (Anzahl der gezählten Körner).

PROFIL	PROBENR.	TOTAL	OPAK	DURCHS.	AP	HB	GR	EP	CD	ST	DI	TU	ZI	RU
Limnische Phase														
A-B	167b	693	470	223	-	1	20	166	2	1	-	14	9	10
C-D	171e	712	494	218	-	-	25	164	2	3	1	12	7	4
C-D	170	629	405	224	-	-	8	164	4	4	-	16	9	19
G-H	72	502	289	213	7	-	28	119	5	4	1	9	24	16
Fluviatil-limnische Phase, oberer Abschnitt														
A-B	167a	245	37	208	-	29	37	127	2	3	-	3	2	5
C-D	64	381	145	236	22	-	115	63	-	-	2	2	23	9
C-D	63	295	213	82	3	1	45	26	-	-	-	2	2	3
C-D	171a	3552	3314	238	6	1	106	109	-	1	2	5	4	4
C-D	171b	819	702	117	-	-	58	42	1	-	3	1	3	9
C-D	171c	549	349	200	2	24	13	143	-	-	-	10	-	8
C-D	171d	446	211	235	7	-	163	47	-	-	-	5	3	10
G-H	75	708	505	203	7	4	13	123	6	3	1	10	12	24
G-H	74	527	309	218	-	-	119	77	-	-	3	7	1	11
Fluviatil-limnische Phase, unterer Abschnitt														
C-D	62	272	148	124	1	-	51	20	-	1	-	6	4	41
C-D	60	422	200	222	1	2	62	119	-	-	-	4	7	27
Fluviatile Phase														
A-B	51a	384	147	237	-	-	213	8	-	-	-	12	2	2
A-B	51b	346	94	252	6	-	227	5	-	2	1	4	2	5
A-B	51c	336	115	221	12	-	180	7	-	-	-	5	9	8
A-B	51d	281	30	251	2	-	226	6	-	1	-	4	4	8
A-B	51e	322	114	208	5	-	149	31	-	-	-	4	11	8
A-B	173a	368	151	217	4	-	192	14	-	-	-	4	1	2
A-B	173b	1510	1384	126	-	-	106	4	-	1	-	9	1	5
C-D	52	367	116	251	4	-	220	15	-	1	-	8	3	-
C-D	56	578	420	158	6	-	92	22	-	-	-	11	7	20
G-H	76	293	67	226	1	-	189	18	2	-	3	-	6	7
G-H	106	412	190	222	1	-	159	33	-	2	3	11	2	11
G-H	73	716	474	242	1	-	167	36	5	3	2	7	3	18
Pitschgau-Konglomerat														
A-B	49a	361	140	221	1	-	183	2	-	3	3	21	3	5
A-B	49b	448	235	213	-	-	179	7	-	-	3	21	-	3
C-D	61	452	243	209	4	-	180	11	-	-	-	2	2	10
C-D	65	267	32	235	2	-	226	4	-	-	-	1	-	2
C-D	54	399	184	215	-	-	210	4	-	-	-	-	-	1
C-D	55	405	189	216	-	-	203	4	-	4	-	2	-	3
G-H	103	610	393	217	8	-	158	28	-	-	-	5	5	13
G-H	105a	328	102	226	-	-	211	1	-	2	-	8	-	4
G-H	105b	365	154	211	1	-	199	4	-	2	-	-	4	1
G-H	105c	299	88	211	-	-	202	3	-	3	-	3	-	-
I-K	111a	296	84	212	-	-	208	1	-	-	-	3	-	-
I-K	111b	373	169	204	-	-	197	4	-	-	-	1	-	2

Da heute das Wieser Flöz nirgends mehr zugänglich ist, ließ es sich für die Schwermineralanalyse nicht beproben.

Limnische Phase

Die Sedimente der limnischen Phase des Wieser Sedimentationszyklus bilden eine ca. 150 m starke Schichtfolge (vgl. Profile) aus Mergeln, Tegeln, Tonen und tonigen Feinsanden, die miteinander unregelmäßig wechsellagern. Vermutlich wurde diese Wechsellagerung von einer rhythmischen Sedimentation erzeugt, deren Gesetzmäßigkeit, etwa im Sinne von Mikrozyklen, infolge ungenügender Aufschlüsse sowie der geringen stratigraphischen Spannweite vorhandener Aufschlüsse nicht ermittelt werden konnte. Auch früheren Bearbeitern (HIESSLEITNER, 1926 und WINKLER, 1927) ist der lebhafte Rhythmus in der Aufeinanderfolge von sandigen und sandig-tonigen bis tonigen Schichten vor allem in den Bohrkernen aufgefallen, ohne daß eine Gesetzmäßigkeit erkannt werden konnte.

Die Sedimente der limnischen Phase entwickeln sich aus der fluviatil-limnischen Phase, wobei zwischen beiden ein allmählicher Übergang sowohl in bezug auf die Abnahme der Korngröße als auch hinsichtlich der Zusammensetzung der Schwermineralassoziation besteht. In zeitlicher Richtung erfährt die Zusammensetzung der Schwermineralassoziation der fluviatil-limnischen Sedimente langsam eine Änderung: der EP-Gehalt nimmt auf Kosten des GR-Gehaltes merklich zu. Diesen Vorgang illustriert Aufschluß 171 (Profil C–D), der stratigraphisch ungefähr 125 m über dem Wieser Flöz liegt. Er besitzt eine Höhe von über 8 m und zeigt eine anscheinend unregelmäßige Wechsellagerung von Tegel (a), Ton (b und d) und Sand (c und e). In den betreffen-

Tabelle 2: Schwermineralliste des Wieser Sedimentationszyklus; Proben außerhalb der Profile (Anzahl der gezählten Körner).

PROBENR.	TOTAL	OPAK	DURCHS.	AP	HB	GR	EP	CD	ST	DI	TU	ZI	RU
Fluviatil-limnische Phase													
4	340	122	218	8	1	65	129	-	-	-	4	2	9
165	670	457	213	-	46	44	95	-	1	-	26	-	1
Fluviatile Phase													
41	353	134	219	-	-	200	14	-	-	-	2	-	3
44	408	199	209	-	-	199	3	-	-	1	2	-	4
W33	245	18	227	2	-	207	3	-	2	-	6	-	7
W45	265	51	214	3	-	162	33	-	1	-	1	2	12

den Schwermineraldiagrammen nimmt GR in vertikaler Richtung, also von unten nach oben ab, und EP nimmt langsam zu, derart, daß im letzten Diagramm (e) EP mit 75,2 % ein dominierendes Maximum bildet, während GR auf 11,5 % gesunken ist. Diagramm e gehört stratigraphisch bereits zur limnischen Phase.

Die Schwermineralassoziation der limnischen Phase des Wieser Zyklus ist durch einen dominierenden EP-Gehalt gekennzeichnet (167/A–B, 170/C–D, 171e/C–D und 72/G–H). Ein weiteres Charakteristikum für die Sedimente der limnischen Phase ist der Anstieg des Gehaltes der resistenten Mineralien (TU, ZI und RU) sowie die Zunahme (stets über 50 %) des opaken Mineralanteils.

Das Histogramm d der Abb. 3, berechnet als arithmetisches Mittel aus den Analysewerten der Tabelle 1, mag als Standarddiagramm für die limnische Phase des Wieser Zyklus gelten. In ihm erreicht der EP-Anteil einen Spitzenwert von nahezu 70 %.

3.1.2. Lagerungsverhältnisse und stratigraphische Abgrenzung des Wieser Sedimentationszyklus

Im allgemeinen zeigen die Schichten des Wieser Sedimentationszyklus ein flaches Einfallen, das bei ungestörter Lagerung 10° kaum überschreitet. Die Richtung des Schichteinfallens pendelt zwischen NW und NE.

Dort, wo das Grundgebirge aus der Neogendecke herausragt, liegen gestörte Lagerungsverhältnisse vor: Einfallsrichtung und -betrag können dort von der Norm beachtlich abweichen. So hat beispielsweise der Kristallinaufbruch bei Wies (s. geolog. Karte) in der durchbrochenen Sedimentdecke ein periklinales Einfallen verursacht. Entlang seines Nord- und Nordostrandes fallen die Schichten mittelsteil nach NW bis NE ein. Am Westrand des Aufbruchs beträgt das Schichteinfallen der Wieser Sedimente 287°/13° (Aufschluß 173), und am Südwestrand 240°/14°. Das periklinale Einfallen der Wieser Schichten mag als Beweis dafür gelten, daß das Aufbrechen des Kristallins bei Wies nach der Ablagerung der Wieser Schichtfolge erfolgte.

Das Gleiche gilt für den kristallinen Grundgebirgsaufbruch, der als Südsporn des Sausalgebirges im Grillkogel (s. geolog. Karte) bei der Ortschaft Burgstall aus den neogenen Schichten emportaucht. Der Aufbruch hatte ein Nordschwenken der sonst SW–NE streichenden Schichtfolgen verbunden mit einer Steilstellung der Schichten bis über 30° zur Folge. So zeigt beispielsweise das Pitschgau-Konglomerat südlich der Ortschaft Prarath (Aufschluß 111) ein mittelsteiles Einfallen nach Westen (270°/33°).

Bei den besprochenen Vorgängen handelt es sich jedoch keineswegs um einen Faltungsprozeß, sondern lediglich um Schichtverstellungen bzw. -kippungen als Folge einer positiven Bewegung des Grundgebirges. Der Kippungsvorgang erzeugte in der Wieser Sedimentdecke auch kleinere Brüche und Sprünge, die das regionale Einfallen der Schichten lokal veränderten. Derartige Störungen wurden aus dem Abbaubereich des Wieser Flözes bekannt.

Die gleiche Hebungstektonik hatte den Westrand der Bucht von Eibiswald in NW–SE verlaufende schmale Gräben (Rinnen, nach WINKLER) und Horste zerlegt. In den Gräben gelangte der Schwanberger Blockschutt als Produkt dieser Hebungsvorgänge zur Ablagerung. Die Einbruchsbecken von Wernersdorf, Vordersdorf und Schwanberg stellen derartige Gräben dar. Diese Bewegungen ereigneten sich an der Wende Karpatien–Badenien.

Die Sedimente des Wieser Zyklus werden von jenen des Eibiswalder Zyklus unterlagert. Dabei besteht zwischen der flach einfallenden Wieser Schichtfolge und der mittelsteil einfallenden Eibiswalder Folge eine Winkeldiskordanz oder zumindest eine Erosionsdiskordanz (NEBERT & GEUTEBRÜCK, 1980; NEBERT, 1982), die auf eine Trockenlegungsphase bzw. einen Hiatus (Diastem) hinweist.

3.1.3. Alter und Dauer des Wieser Sedimentationszyklus

Im bisherigen Einteilungsschema der Eibiswalder Schichten (Untere, Mittlere und Obere) gehören die Sedimente der limnischen Phase des Wieser Zyklus zu den Oberen und jene der fluviatilen Phase zu den Mittleren Eibiswalder Schichten (Abb. 3). In diesem Schema ist das Eibiswalder Flöz die Basis, und das Wieser Flöz das Dach der Mittleren Eibiswalder Schichten. Nun haben beide Glanzkohlenflöze bedeutende Wirbeltierfunde geliefert. Diese Funde bildeten die Grundlage für die Alterseinstufung der Mittleren Eibiswalder Schichten.

Auf Grund zahlreicher Säugetierreste (an die 14 Arten) wurden die Mittleren Eibiswalder Schichten zunächst ins Burdigalien–Unterhelvet eingestuft (THENIUS, 1949a, b, 1950 u. 1951; WINKLER, 1927; ZAPFE, 1956). Eine neuerliche Bearbeitung der Säugetierfauna von Eibiswald durch MOTTL (1961a, b u. 1970) ergab ein Karpatien, und zwar wurde die Fauna altersmäßig dem basalen Abschnitt des Karpatien zugeordnet. Diese Neueinstufung der Eibiswalder Säugetierfauna erfuhr durch das Vorhandensein von Tuffhorizonten im Hangenden des Eibiswalder Flözes (FLÜGEL & MAURIN, 1959) insofern eine Stütze, als KOLLMANN (1965) nachweisen konnte, daß die ersten Tufflagen des andesitisch-dazitischen Vulkanismus im Steirischen (Gnaser) Becken ein unterkarpatisches Alter haben. So wurden

die Mittleren Eibiswalder Schichten dem Karpatien zugeordnet.

Die Neueinstufung der Eibiswalder Säugetierfauna an die Basis des Karpatien wurde in der Folge von allen Autoren (z. B. FLÜGEL & HERITSCH, 1968; W. FUCHS, 1980; PAPP & STEININGER, 1973; STEININGER, 1977) übernommen.

Die Säugetierfauna des Wieser Flözniveaus wäre nach KOLLMANN (1965) altersmäßig zwischen jener von Eibiswald und jener von Zangtal einzuordnen. Letztere gehört in das oberste Karpatien (MOTTL, 1961).

Es kann somit angenommen werden, daß sich der Ablauf des Wieser Sedimentationszyklus während des Karpatien vollzogen hat.

Zu erwähnen wäre die fossile Flora von Schönegg (ETTINGSHAUSEN, 1890/91), die stratigraphisch in die Schichtfolge der limnischen Phase des Wieser Zyklus zu stellen wäre. Sie enthält Arten, die charakteristisch für ein feuchtwarmes Klima sind.

Bei der Berechnung der Zeitdauer des Wieser Sedimentationszyklus müssen wir davon ausgehen, daß sich die Zeit in der Wieser Schichtfolge gewissermaßen materialisiert hat. Infolgedessen lassen sich für die einzelnen Faziesglieder des Wieser Zyklus mit Hilfe bekannter Sedimentationsgeschwindigkeiten Zeitwerte errechnen. Nun unterliegt die Sedimentationsgeschwindigkeit bei Sedimentgesteinen großen Schwankungen. Sie liegt bei den einzelnen Faziesgruppen stets zwischen zwei Extremwerten. Aus diesem Grund hat SONDER (1956, S. 11) bei seinen Betrachtungen über sedimentäre Zeitwerte und Fazies aus den in der Literatur vorhandenen Angaben über die Sedimentationsgeschwindigkeit verschiedener Sediment- bzw. Faziesgruppen theoretische Standardwerte aufgestellt. Der Berechnung der Zeitdauer des Wieser Sedimentationszyklus wurden diese Standardwerte zugrunde gelegt. Für die einzelnen Phasen des Zyklus wurden Standardmächtigkeiten festgelegt. Für die Berechnung des sedimentären Zeitwertes des Wieser Flözes wurde berücksichtigt, daß zur Bildung von 1 m Kohle etwa 2,5 m Torf benötigt werden und daß die Bildungszeit von 1 m Torf etwa 750 Jahre beträgt (SONDER, 1956, S. 48). Die Ergebnisse der Berechnung sind in Tabelle 6 zusammengefaßt.

Addiert man die Zeitwerte der einzelnen Phasen, so ergibt sich für den Wieser Sedimentationszyklus eine Zeitdauer von rund 880.000 Jahren. Radiometrische Messungen ergaben für das Karpat eine absolute Zeitdauer von etwa 2,2 Mio Jahren (PAPP & STEININGER, 1973; STEININGER, 1977). In dieser Zeitspanne läßt sich der Zeitwert des Wieser Sedimentationszyklus von 880.000 Jahren ohne Schwierigkeit unterbringen. Unter Berücksichtigung, daß die Eibiswalder Säugetierfauna an die Basis des Karpatiens gestellt wurde, und daß dann die limnische Phase des Eibiswalder Sedimentationszyklus den unteren Abschnitt des Karpats einnehmen würde, könnte der Wieser Zyklus dem Mittelkarpatien angehören.

3.2. Der Eibiswalder Sedimentationszyklus

Dieser Zyklus wurde nach dem Eibiswalder Flöz benannt. Es tritt in seiner Schichtfolge als integrierendes Faziesglied auf.

Im Ostabschnitt des Untersuchungsgebietes bilden die Sedimente des Eibiswalder Zyklus eine 700 m bis 1.000 m breite, bogenförmige Zone (s. geolog. Karte), die im Norden von den Alluvionen der Sulm und im Süden von jenen der Saggau begrenzt wird. Die Sedimente des Eibiswalder Zyklus setzen sich unter den Alluvionen der Saggau gegen SW fort und erscheinen erneut im Gebiet der Ortschaft Eibiswald, wo sie kohleführend sind (GEUTEBRÜCK, 1980b). Die unter den Alluvionen der Saggau liegende Schichtfolge des Eibiswalder Zyklus wurde von den im Gebiet Hörmsdorf niedergebrachten Bohrungen durchteuft (NEBERT& GEUTEBRÜCK, 1980, NEBERT, 1982).

Die Schichtfolge des Eibiswalder Sedimentationszyklus tritt ferner in den beiden Neogeneinbuchtungen von Wernersdorf (NEBERT, 1981b) und von Vordersdorf (NEBERT, 1981a) auf. Diese beiden Einbuchtungen stellen Einbruchsgräben dar und liegen außerhalb des Untersuchungsgebietes.

3.2.1. Gesteinsbestand und Schichtfolge des Eibiswalder Sedimentationszyklus

Fluviatile Phase

In manchen Gebieten beginnt die fluviatile Phase des Eibiswalder Sedimentationszyklus zunächst mit Basalsanden (vgl. Profile E–F und G–H), die jedoch von festen Konglomeraten abgelöst werden. Die Konglomeratbänke bilden im Südabschnitt des Gebietes, zwischen den Ortschaften Bischofegg und Schimpeleck (s. geolog. Karte), einen geschlossenen Zug. Ein kleinerer Konglomeratzug befindet sich im Norden, bei der Ortschaft Haslach. In lithologischer und in stratigraphischer Hinsicht ist dieses Basalkonglomerat dem Pitschgau-Konglomerat äußerst ähnlich, so daß auf dessen Typisierung nicht näher eingegangen werden muß. Die Mächtigkeit des Konglomeratzuges ist im Süden (z. B. bei der Ortschaft Bischofegg, [Profil E–F]) geringer (ca. 40 m) als im Norden, wo der Zug auf 180 m anschwillt (Profil G–H).

In vertikaler Richtung folgen über dem Basalkonglomerat Sande und Tegel, die dem oberen Abschnitt der fluviatilen Phase des Eibiswalder Zyklus angehören.

Im Bereich der Profile E–F, G–H und I–K traten eine Anzahl guter Aufschlüsse auf, deren Beprobung eine breite Grundlage für die Typisierung der fluviatilen Phase des Eibiswalder Zyklus lieferte. Darüber hinaus wurden für die Typisierung der fluviatilen Phase auch Aufschlüsse herangezogen, die außerhalb der Profilbereiche lagen. Hierbei handelt es sich um Proben, die den Schichten des Wernersdorfer Beckens (die betreffenden Proben sind mit „W" gekennzeichnet) und des Vordersdorfer Beckens entnommen wurden.

Die Schwermineralhistogramme der Basalsande (123/G–H und 135/G–H) sowie des Basalkonglomerats (68/E–F, 90/E–F, 113/G–H, 122/I–K und 141/I–K) der fluviatilen Phase des Eibiswalder Zyklus spiegeln praktisch eine monominerale Assoziation wider. In ihr kann GR Spitzenwerte von über 95 % erreichen (z. B. 98,1 % in Diagramm 68b/E–F oder 97,1 % in Diagramm 141/I–K). Der Anteil der übrigen Schwermineralien ist verschwindend klein.

Die über dem Eibiswalder Basalkonglomerat liegende fluviatile Schichtfolge ist in Aufschluß 67/E–F freigelegt. Die betreffenden grobkörnigen Sande lieferten ein Schwermineraldiagramm, das mit einem dominierenden GR-Maximum (80,3 %) ausgestattet ist.

In Tab. 3 ist die fluviatile Phase des Eibiswalder Zyklus mit 15 Proben vertreten. Das arithmetische Mittel dieser Proben ergibt das Standarddiagramm e in Abb. 3. GR hat in diesem Diagramm mit 88,5 % eine

Tabelle 3: Schwermineralliste des Eibiswalder Sedimentationszyklus (Anzahl der gezählten Körner).

PROFIL	PROBENR.	TOTAL	OPAK	DURCHS.	AP	HB	GR	EP	CD	ST	DI	TU	ZI	RU
Fluviatil-limnische Phase, oberer Abschnitt														
A-B	47	374	162	212	-	2	58	119	-	1	2	4	3	23
A-B	48	416	191	225	1	2	71	74	-	3	2	14	8	50
A-B	50	325	114	211	-	-	75	109	-	1	-	9	1	16
-	W10g	260	32	228	4	2	68	131	-	2	4	3	5	9
Fluviatil-limnische Phase, unmittelbar über dem Eibiswalder Flöz														
-	40	268	26	242	5	44	82	74	1	-	-	18	9	9
-	W 7	249	34	215	2	-	118	77	-	-	2	4	1	11
-	W10f	227	18	209	2	-	139	55	-	1	2	2	-	8
Telmatische Phase und Flözliegendes														
-	W 3a	1540	1505	35	-	-	23	11	-	-	-	-	-	1
-	W 6a	517	503	14	-	-	7	7	-	-	-	-	-	-
-	W 6c	209	207	2	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
-	W10a	1989	1980	9	-	-	2	7	-	-	-	-	-	-
Fluviatile Phase														
E-F	67	245	32	213	8	-	171	24	-	2	-	1	2	5
E-F	68a	261	22	239	4	-	223	5	-	-	-	1	1	5
E-F	68b	311	89	222	-	-	218	2	-	-	-	1	1	-
E-F	90	326	117	209	-	-	203	1	-	1	-	3	-	1
G-H	113	421	202	219	2	-	191	14	-	2	4	4	-	2
G-H	123	586	338	248	3	-	191	1	-	-	3	33	8	9
G-H	135	334	114	220	2	-	197	17	-	3	-	-	1	-
I-K	122	352	142	210	-	-	191	15	-	-	-	3	-	1
I-K	141	310	100	210	-	-	204	3	-	-	-	1	-	2
-	33	381	119	262	-	-	257	3	-	-	-	1	-	1
-	34	306	73	233	-	-	223	3	-	-	-	4	-	3
-	W15a	255	31	224	4	-	173	28	-	-	1	-	3	15
-	W15b	219	14	205	-	-	151	46	-	-	-	4	-	4
-	W28b	242	19	223	1	-	177	24	-	1	2	1	2	15
-	W28c	254	14	240	-	-	218	8	-	1	-	5	1	7

dominierende Stellung. Alle anderen Schwermineralien, insbesondere der resistente Anteil, sind in verschwindend geringen Mengen vertreten. Man kann daher von einer nahezu monomineralen Assoziation sprechen. Der opake Anteil ist mit 29,7 % als normal anzusehen. Es sind dies Merkmale, wie sie bei der fluviatilen Phase des Wieser Sedimentationszyklus herausgearbeitet wurden. In der Tat existiert zwischen Diagramm e und dem betreffenden Diagramm a der fluviatilen Phase des Wieser Zyklus (Abb. 3) kaum ein nennenswerter Unterschied.

Fluviatil-limnische Phase

Diese Phase wird durch eine rege Wechsellagerung von Tegeln und Tonen vertreten. In ihrem unteren Abschnitt, d. h. in jenem Abschnitt, der das Liegende des Eibiswalder Flözniveaus einnimmt, fehlten für die Beprobung geeignete Aufschlüsse. Dagegen ließ sich der obere Abschnitt der fluviatil-limnischen Phase des Eibiswalder Zyklus mit Hilfe einiger Aufschlüsse (47, 48 und 50), die zum Bereich des Profils A–B gehören, und einiger (40, W7, W10), die außerhalb der Profilbereiche liegen, gut beproben.

Sämtliche Proben der fluviatil-limnischen Phase lieferten eine Schwermineralassoziation, in welcher GR und EP gemeinsam ein Maximum bilden. Der Anteil der übrigen Schwermineralien ist unbedeutend. In jenen Schichten, die unmittelbar über dem Eibiswalder Flöz liegen, hat GR die Vormacht (z. B. 40, W7 und W10f, Tab. 3). Das Standarddiagramm g (Abb. 3)veranschaulicht diese Assoziation (GR = 50,9 %, EP = 30,9 %). In zeitlicher Richtung übernimmt allmählich EP die Vormacht (47/A–B, 48/A–B und 50/A–B). Das Standarddiagramm h (Abb. 3)belegt den Wechsel (GR = 31,0 %, EP = 49,4 %).

Den Umschwung in der Zusammensetzung des Schwermineralgehalts innerhalb der fluviatil-limnischen Phase des Eibiswalder Zyklus illustriert Aufschluß W10 (Abb. 10). Dort wurden dem Hangenden des Eibiswalder Flözes zwei Proben entnommen. Probe W10f liegt direkt über dem Flöz. In der dazugehörigen Schwermineralassoziation bilden GR und EP ein Maximum, in welchem der GR-Gehalt (66,5 %) wesentlich über jenem des EP (26,2 %) liegt. Wenige Dezimeter höher ändert sich im Profil die Schwermineralzusammensetzung, denn im gemeinsamen Maximum der Probe W10g erreicht EP einen Wert von 57,5%, wohingegen GR auf 29,8 % sinkt.

Telmatische Phase

Während der telmatischen Phase entstand das Eibiswalder Flöz . Da das Eibiswalder Flöz gegen Norden und Osten vertaubt, beißt es im Untersuchungsgebiet nicht mehr als Flözkörper aus. Auf der geologischen Karte ist somit nicht sein Ausbiß, sondern sein stratigraphisches Niveau eingezeichnet. Das Eibiswalder Flöz bildete die wirtschaftliche Grundlage für das Eibiswalder Glanzkohlenrevier.

In lithologischer Hinsicht stellte das Eibiswalder Flöz einst eine einheitliche und zusammenhängende, 1 bis

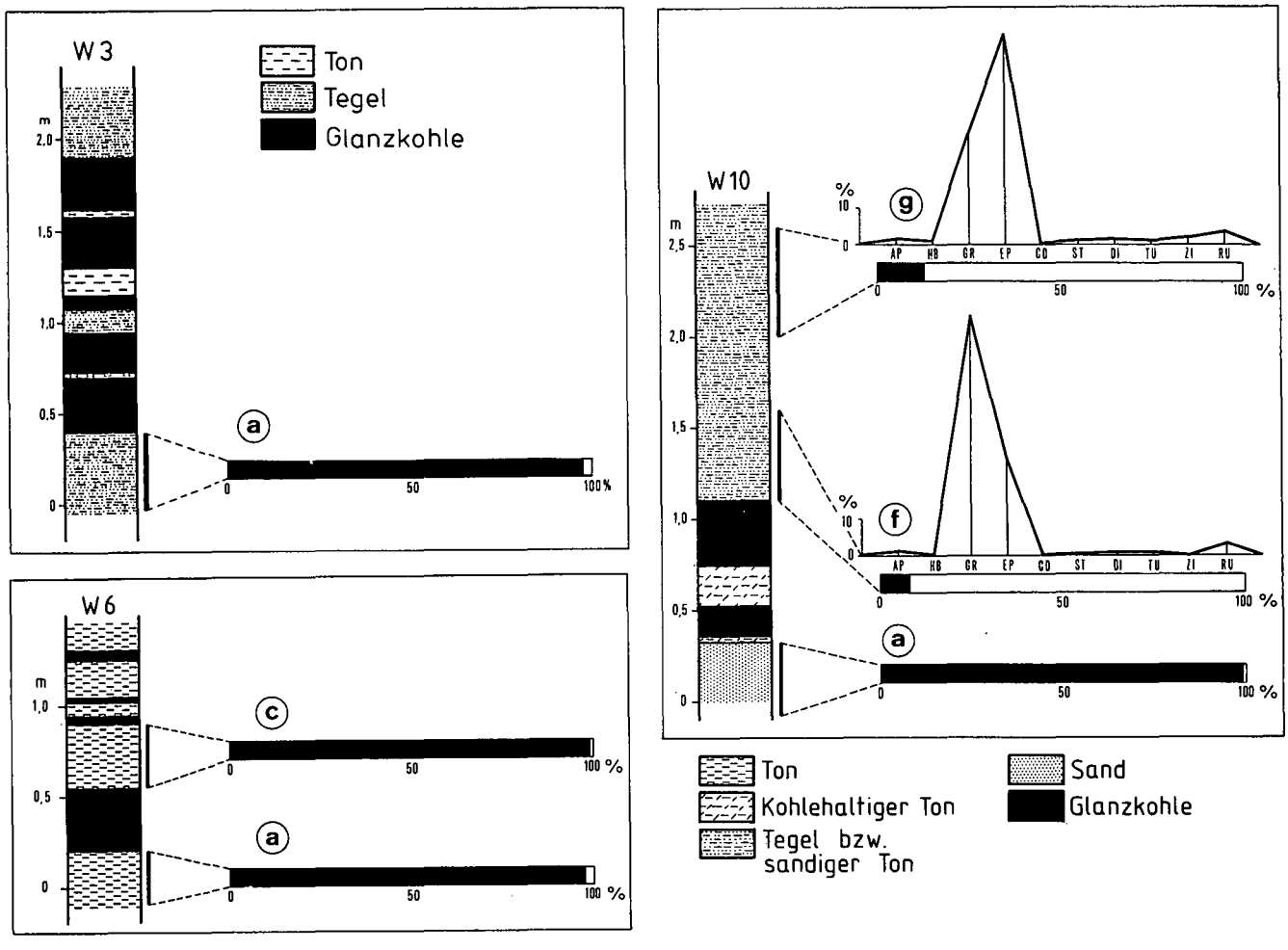

Abb. 10: Ausbisse des Eibiswalder Kohlenflözes in der Wernersdorfer Neogenbucht.
Geographische Lage: W3 = Bacheinschnitt an der Straße zum Gehöft Pauritsch; W6 = ca. 200 m SSE vom Gehöft Pauritsch; W10 = Westeinfahrt zur Ortschaft Kogl. Erläuterungen im Text.

1,5 m starke Flözplatte dar, die örtlich von taubem Zwischengestein durchsetzt war. Infolge tektonischer Vorgänge an der Wende Karpatien-Badenien wurde die Flözplatte in einzelne, kleinere und größere isolierte Körper zerlegt: Grubenfelder Eibiswald, Hörmsdorf, Vordersdorf, Wernersdorf, die alle außerhalb des Untersuchungsgebietes liegen.

Das Eibiswalder Flöz ist ein eingelagertes Flöz, das in unmittelbarer Nähe zum Grundgebirgsrahmen den Charakter eines Grundflözes annimmt. Dort trennen es dm-starke Sand- und Tegellagen vom darunterliegenden kristallinen Grundgebirge. Als Beispiel eines lithologischen Flözaufbaues sei Aufschluß W3 (Abb. 10) angeführt. Er befindet sich im nördlichen Abschnitt der Wernersdorfer Neogenbucht. Durch mehrere zentimeterstarke Ton- bzw. Tegellagen wird der Eibiswalder Flözkörper in Kohlenbänke und -lagen unterteilt.

Bezüglich ihrer Qualität gehört die pechschwarze Eibiswalder Glanzkohle zu den besten Kohlen Österreichs (niedriger Asche- und Schwefelgehalt, Heizwert zumeist über 5.000 kcal/kg).

Zur Typisierung der telmatischen Phase des Eibiswalder Zyklus dienten Aufschlüsse aus dem Wernersdorfer Neogenbecken. Dort beißt das Eibiswalder Flöz an mehreren Stellen aus (K. NEBERT, 1981b).

Das unmittelbar Liegende des Flözes wurde in drei Aufschlüssen beprobt. Es handelt sich hierbei um Ton (W6a, Abb. 10), Tegel (W3a, Abb. 10) bzw. Sand (W10a, Abb. 10). Die Schwermineralassoziation dieser Proben setzt sich fast nur aus opaken Körnern zusammen (Tab. 3), so daß auf eine graphische Darstellung des durchsichtigen Anteils verzichtet wurde. Analoge Ergebnisse lieferte eine Probe (W6c, Abb. 10), die einem etwa 35 cm starken tonigen Zwischenmittel entnommen wurde (Tab. 3). Standarddiagramm f (Abb. 3) stellt das arithmetische Mittel dieser vier Proben dar: opake Mineralien = 98,6 %, durchsichtige Mineralien = 1,4 %.

Das anormale Überhandnehmen der opaken Schwermineralkörner bei gleichzeitiger nahezu totaler Reduzierung der durchsichtigen Körner ist auf die huminsäurehaltigen Wässer des einstigen Torfmoors (NAUCKE) zurückzuführen. Die Wässer sickerten aus dem Torfmoor in die darunterliegenden, unverfestigten Sedimente ein und zerstörten die durchsichtigen Schwermineralien fast zur Gänze. Übrig blieb der sekundär angereicherte opake Anteil.

Limnische Phase

Für die Typisierung der limnischen Phase des Eibiswalder Sedimentationszyklus fehlten geeignete Aufschlüsse.

3.2.2. Lagerungsverhältnisse und stratigraphische Abgrenzung des Eibiswalder Sedimentationszyklus

Die Schichten des Eibiswalder Sedimentationszyklus zeigen durchwegs ein mittelsteiles Einfallen (20°-35°). Im Süden des Untersuchungsgebietes (zwischen den

Ortschaften Bischofegg und Schimpeleck) fallen sie generell nach NW ein, im Norden des Gebietes (z. B. bei Haslach) nach WNW bis W. Auch in diesem Fall ist das Schichteinfallen auf Schichtverstellungen bzw. -kippungen als Folge einer Aufwärtsbewegung des unterlagernden Grundgebirges zu deuten, und nicht auf einen Faltungsvorgang.

Die Schichtfolge des Eibiswalder Sedimentationszyklus wird von den grobklastischen Sedimenten des Wieser Zyklus überlagert und von den feinklastischen Sedimenten des Habischegger Zyklus unterlagert (Abb. 3).

Die Abgrenzung gegen den Wieser Zyklus wurde bereits besprochen, wobei zwischen den beiden Schichtfolgen eine Erosionsdiskordanz (Diskonformität) bzw. eine Winkeldiskordanz angenommen wurde. Auch tritt zwischen beiden Zyklen eine Trockenlegungsphase auf.

Zwischen den Schichten des Eibiswalder Zyklus und jenen des darunterliegenden Habischegger Zyklus existiert desgleichen eine Winkeldiskordanz oder zumindest eine Erosionsdiskordanz. Dies ergibt sich aus dem plötzlichen und scharfen Wechsel des Schichteinfallens im Gelände und in den Bohrungen (z. B. Bohrung Hörmsdorf H8, NEBERT, 1982).

3.2.3. Alter und Dauer des Eibiswalder Sedimentationszyklus

In vorliegender Arbeit wurde die Schichtfolge des Wieser Sedimentationszyklus ins mittlere Karpatien gestellt (Kapitel 3.1.3.). Die darunterliegende Schichtfolge des Eibiswalder Sedimentationszyklus ließe sich infolgedessen dem Unterkarpatien zuordnen. Diese Alterseinstufung steht in bestem Einklang mit der Altersbestimmung der fossilen Säugetierfauna des Eibiswalder Flözhorizonts. Die betreffende Säugetierfauna wurde von MOTTL in den unteren Abschnitt des Karpatien gestellt.

Bei der Berechnung der Zeitdauer des Eibiswalder Sedimentationszyklus wurden für die einzelnen Phasen die von SONDER aufgestellten Standardwerte verwendet. Tab. 6 enthält die für die Bestimmung des Zeitwertes des Eibiswalder Zyklus notwendigen Daten, auf Grund derer der Eibiswalder Zyklus eine Zeitdauer von 570.000 Jahren gehabt haben dürfte.

Wie bereits erwähnt, wird für das Karpatien eine absolute Zeitdauer von 2,2 Mio Jahren angegeben (PAPP & STEININGER, 1973, STEININGER, 1977). Der Eibiswalder Zyklus und der Wieser Zyklus ergeben zusammen 1.450.000 Jahre. Die Differenz von 750.000 Jahren könnte demzufolge das Oberkarpat und die Dauer der einzelnen Trockenlegungsphasen beinhalten.

3.3. Der Habischegger Sedimentationszyklus

Die Gemeinde Habischegg gab dem Habischegger Zyklus den Namen. Die Sedimente des Habischegger Zyklus bilden eine rund 2,5 km breite Zone (s. geolog. Karte), die sich bogenförmig von SW nach N schwingt. Der Bogen wird im SW von den Alluvionen der Saggau und im N von jenen der Sulm abgeschnitten. Die Sedimente des Habischegger Zyklus setzen sich jedoch sowohl nach SW als auch nach N fort.

3.3.1. Gesteinsbestand und Schichtfolge des Habischegger Sedimentationszyklus

Die Sedimente, die während des Habischegger Sedimentationszyklus zur Ablagerung gelangten, erreichen eine Gesamtmächtigkeit von ca. 700 m, wobei jene der fluviatilen Phase besonders mächtig sind (stellenweise über 500 m).

Fluviatile Phase

Die Schichtfolge der fluviatilen Phase des Habischegger Zyklus ist überwiegend durch Konglomerate (Basalkonglomerat), Schotter und Sande vertreten. Konglomerate und Schotter bilden geschlossene Züge, die in verschiedenen stratigraphischen Niveaus auftreten (s. geolog. Karte sowie Profil I–K). Der lithologische Charakter und die Zusammensetzung dieser grobklastischen Ablagerung gleichen jenen des Pitschgau-Konglomerats, so daß auf eine detaillierte Beschreibung verzichtet werden kann.

Innerhalb der Profile E–F, G–H und I–K ließ sich die fluviatile Phase lithologisch und sedimentologisch mit guten Aufschlüssen belegen. Ihr unterer Abschnitt, der überwiegend grobklastisch ausgebildet ist, lieferte Schwermineralassoziationen mit einem dominierenden GR-Gehalt (81/E–F, 100/G–H, 115/G–H, 124/I–K und 125/I–K). Ja, in einigen Proben (z. B. 124/I–K und 125/I–K) besitzt GR Spitzenwerte von über 95 %, wodurch sich der Schwermineralbestand einer monomineralen Assoziation nähert. Im oberen, mehr sandig-tegelig entwickelten Abschnitt der fluviatilen Phase dominiert weiterhin Granat mit Werten, die zwischen 78 % und 88 % liegen (87/E–F, 102/G–H und 129/G–H).

Die fluviatile Phase des Habischegger Zyklus ließ sich mit 12 Proben belegen (Tab. 4). Das arithmetische Mittel dieser Proben lieferte das Standarddiagramm i (Abb. 3). In ihm erscheint ein dominierendes GR-Maximum (81,5 %). Hervorzuheben wären noch die unbedeutenden Werte der resistenten Mineralien (TU, ZI und RU) sowie der niedrige Anteil der opaken Mineralien. In seiner Zusammensetzung gleicht das Standarddiagramm der fluviatilen Phase des Habischegger Zyklus (i, Abb. 3) weitgehend jenem der fluviatilen Phase des Wieser (Diagramm a, Abb. 3) und des Eibiswalder (Diagramm e, Abb. 3) Zyklus.

Fluviatil-limnische Phase

Der untere Abschnitt der fluviatil-limnischen Phase des Habischegger Zyklus, d. h. jener Abschnitt, der unterhalb des Habischegger Flözhorizontes liegt, ließ sich in einem Tegelaufschluß (101, Tab. 4) beproben. Er befindet sich außerhalb der Profilbereiche. Im dazugehörigen Schwermineraldiagramm (j, Abb. 3) erscheint ein Maximum, das aus GR und EP aufgebaut ist. GR (44,2 %) ist darin stärker vertreten als EP (38,2 %).

Fünf Aufschlüsse (78/E–F, 83/E–F, 89/E–F, 98/E–F und 137/I–K) lieferten sieben Proben (Tab. 4), die eine gute Typisierung der Schwermineralassoziation im oberen Abschnitt der fluviatil-limnischen Phase (d. h. in jenem Abschnitt, der über dem Habischegger Flözniveau liegt) gewährleisten. Das arithmetische Mittel dieser Proben ergab das Standarddiagramm k (Abb. 3). In ihm bilden GR (42,5 4) und EP (46,9 %) ein gemeinsames Maximum, wobei EP ein leichtes Ansteigen aufweist. Eine Ähnlichkeit der Standarddiagramme (j und k, Abb. 3) der fluviatil-limnischen Phase des Habischegger Zyklus mit jenen der fluviatil-limnischen Phase des Eibiswalder Zyklus (g und h, Abb. 3) und Wieser Zyklus (b und c, Abb. 3) steht außer jeden Zweifels.

Telmatische Phase

Jener Abschnitt des untersuchten Gebietes, in welchem heute die Sedimente des Habischegger Zyklus auftreten, gehörte dem einstigen Beckeninnern an. Dort war kein Bildungsraum und waren keine Bildungsbedin-

Tabelle 4: Schwermineralliste des Habischegger Sedimentationszyklus (Anzahl der gezählten Körner).

PROFIL	PROBENR.	TOTAL	OPAK	DURCHS.	AP	HB	GR	EP	CD	ST	DI	TU	ZI	RU
Fluviatil-limnische Phase, oberer Abschnitt														
E-F	78	248	28	220	2	-	43	166	-	-	-	5	-	4
E-F	83	222	14	208	-	-	89	108	-	-	-	1	4	6
E-F	89	346	138	208	-	-	92	109	-	-	-	7	-	-
E-F	98	242	22	220	-	-	158	60	-	-	-	-	-	2
I-K	137a	546	342	204	8	1	87	68	6	1	1	11	11	10
I-K	137b	560	343	217	1	-	153	49	2	3	1	3	4	1
I-K	137e	678	460	218	12	8	13	141	6	3	-	16	6	13
Fluviatil-limnische Phase, unterer Abschnitt														
-	101	357	124	233	1	-	103	89	-	3	-	21	3	13
Fluviatile Phase														
E-F	81	422	205	217	3	-	165	38	-	-	-	1	2	8
E-F	87	339	131	208	-	-	162	40	-	1	-	1	-	4
E-F	88	317	90	227	-	-	193	32	-	-	-	1	-	1
G-H	100	358	140	218	2	-	186	11	-	-	1	4	6	7
G-H	102	332	117	215	6	-	179	12	-	-	-	1	4	13
G-H	115a	281	28	253	16	-	139	75	-	1	3	1	5	13
G-H	115b	343	124	219	-	-	191	15	-	3	1	6	2	1
G-H	115c	316	94	222	-	-	210	4	-	1	-	7	-	-
G-H	115d	552	319	233	28	-	139	38	-	-	-	8	16	4
G-H	129	307	96	211	1	-	187	11	-	-	2	2	2	6
I-K	124	393	171	222	1	-	211	5	-	1	-	3	-	1
I-K	125	422	213	209	-	-	200	1	-	3	1	4	-	-

gungen für Kohle vorhanden. Aus diesem Grund konnte sich dort eine telmatische Phase nicht entwickeln, infolgedessen fehlt ein Kohlenflöz in diesem Raum. Südlich der Saggau beißt indessen an mehreren Stellen ein Flöz aus, das als Habischegger Flöz anzusprechen wäre. Ferner durchörterten einige im Grubenfeld von Hörmsdorf abgeteufte Bohrungen ein Flöz, das stratigraphisch in das Habischegger Flözniveau zu stellen wäre (NEBERT, 1982).

Limnische Phase

Tone, Tegel und Feinsande, die miteinander wechsellagern setzen die limnische Phase des Habischegger Zyklus zusammen. Für die Beprobung boten sich keine geeigneten Aufschlüsse an.

3.3.2. Lagerungsverhältnisse und stratigraphische Abgrenzung des Habischegger Sedimentationszyklus

Die Schichten des Habischegger Zyklus zeigen in Randgebieten des einstigen Beckens ein mittelsteiles Einfallen (30°–50°). Diese Fallwerte ließen sich besonders im Süden des Untersuchungsgebietes sowie südlich der Saggau (GEUTEBRÜCK, 1980b) feststellen. So betrug das Einfallen der Habischegger Schichten in den Kernen der Bohrung H8 (Hörmsdorfer Revier) 40°–45° (NEBERT, 1982). Nordwärts, gegen das Beckeninnere, verflacht sich das Einfallen der Habischegger Schichten.

Das mittelsteile Einfallen der Habischegger Schichten ist desgleichen auf Kippungen zurückzuführen. Sie wurden durch Hebungsvorgänge im darunterliegenden Grundgebirge hervorgerufen.

Die Abgrenzung gegen die überlagernden Schichten des Eibiswalder Zyklus wurde bereits besprochen. Zwischen den Schichten des Habischegger Zyklus und jenen des darunterliegenden Wuggauer Zyklus schaltet sich abermals eine Sedimentationsunterbrechung (Hiatus) dazwischen. Ferner besteht zwischen den Schichten beider Zyklen eine Winkeldiskordanz, über die später berichtet werden soll.

3.3.3. Alter und Dauer des Habischegger Sedimentationszyklus

Mit den von SONDER aufgestellten Standardwerten läßt sich die Zeitdauer des Habischegger Sedimentationszyklus mit rund 1 Mio Jahren berechnen. Die Zeitdauer der einzelnen Phasen ist Tabelle 6 zu entnehmen.

Nachdem das Alter des Eibiswalder Zyklus mit Unterkarpatien festgelegt wurde, und die absolute Zeitdauer des darunterfolgenden Ottnangien mit 1,5–2,3 Mio Jahre angegeben wird (PAPP & STEININGER, 1973; STEININGER, 1977), könnte der Habischegger Sedimentationszyklus die Zeitspanne des Oberottnangien einnehmen.

3.4. Der Wuggauer Sedimentationszyklus

Im untersuchten Gebiet bilden die Sedimente des ältesten Sedimentationszyklus eine Zone, die im Osten und Süden teilweise von den Alluvionen der Saggau bedeckt wird. (s. geolog. Karte). Den Namen erhielt der Sedimentationszyklus von der Ortschaft Wuggau. Infolge des Auftauchens des Grundgebirges im Grillkogel, der als Südsporn des Sausalgebirges aufgefaßt werden kann, ist der Verlauf der Wuggauer Zone in ihrem Nordabschnitt nicht gesichert.

3.4.1. Gesteinsbestand und Schichtfolge des Wuggauer Sedimentationszyklus

Im Bereich des untersuchten Gebietes beißt kein Flöz innerhalb der Wuggauer Schichtfolge aus. Auf der geologischen Karte wurde das dem Wuggauer Flöz entsprechende Niveau strichliert eingezeichnet.

Fluviatile Phase

Ihre Sedimente bestehen überwiegend aus Sand und Tegel. Untergeordnet treten in Form von größeren Lin-

Tabelle 5: Schwermineralliste des Wuggauer Sedimentationszyklus (Anzahl der gezählten Körner).

PROFIL	PROBENR.	TOTAL	OPAK	DURCHS.	AP	HB	GR	EP	CD	ST	DI	TU	ZI	RU
Fluviatil-limnische Phase, oberer Abschnitt														
E-F	79	235	21	214	4	-	113	91	-	-	-	1	2	3
E-F	82	279	67	212	2	-	96	98	-	1	-	6	-	9
I-K	140	657	536	121	-	-	21	56	1	1	2	10	4	26
I-K	161	329	50	279	7	-	101	148	-	3	6	6	4	4
I-K	164	466	225	241	2	-	26	124	-	10	10	21	6	42
Fluviatile Phase														
G-H	126a	509	289	220	6	-	158	31	-	-	-	13	4	8
G-H	126b	427	216	211	-	1	195	6	-	3	-	5	-	1
I-K	144	368	166	202	5	-	124	25	1	5	-	14	6	22
I-K	157	279	66	213	-	-	205	3	-	2	1	1	-	1
I-K	160	322	119	203	-	-	194	5	-	-	-	3	-	1

sen Konglomerate oder Schotter auf. Deren gerundete Quarzklasten erreichen die Größe einer Faust.

Die fluviatile Phase ist mit vier Proben (126/G–H, 144/I–K, 157/I–K und 160/I–K, Tab. 5) belegt. Die Proben der Schotterbänke ergeben eine nahezu monominerale Schwermineralassoziation, in welcher GR Spitzenwerte von über 90 % aufweist (157/I–K und 160/I–K). Alle übrigen Schwermineralien sind minimal vertreten. Sande und Tegel der fluviatilen Phase lieferten ähnliche Schwermineraldiagramme (z. B. 144/I–K).

Hervorzuheben wäre Aufschluß 126/G–H, in welchem zwischen Tegel (a) und Ton eine ca. 1 m starke Konglomeratbank (b) ausbeißt. Sowohl Tegel (a) als auch Konglomerat (b) lieferten eine annähernd gleiche Schwermineralassoziation, womit abermals bewiesen ist, daß die Korngröße eines Sedimentes keinen Einfluß auf die Zusammensetzung seiner Schwermineralassoziation hat.

Das Standarddiagramm (l, Abb. 3) für die fluviatile Phase des Wuggauer Zyklus ergab sich aus dem arithmetischen Mittel der fünf erwähnten Proben (Tab. 5). Es gleicht in allem den Diagrammen (a, e und i) der fluviatilen Phase des Wieser, Eibiswalder und Habischegger Zyklus.

Fluviatil-limnische Phase

Für die Beprobung ihres unteren Abschnitts, d. h. jenes Abschnitts, der unter dem Wuggauer Flözniveau auftritt, fehlten geeignete Aufschlüsse. Ihr oberer Abschnitt enthält Sande und Tegel, die in fünf Aufschlüssen (79/E–F, 82/E–F, 140/I–K, 161/I–K und 164/I–K) beprobt wurden. In der Zusammensetzung der Schwermineralassoziation dieser Proben bilden GR und EP gemeinsam ein Maximum, das auch im Standarddiagramm m (Abb. 3) betont hervortritt. Diese Schwermineralassoziation ist charakteristisch für den oberen Abschnitt der fluviatil-limnischen Phase eines Sedimentationszyklus (vgl. hierzu auch Diagramm c, h und k der Abb. 3).

Telmatische Phase

Wie bereits erwähnt, fehlt im untersuchten Gebiet ein Kohlenflöz, das dem Wuggauer Flözniveau zuzuordnen wäre. Südlich der Saggau (außerhalb des Untersuchungsgebietes) treten jedoch verschiedentlich Kohlenindikationen auf, die auf Grund ihrer stratigraphischen Position dem Wuggauer Flözhorizont zuzurechnen wären. Ferner durchteuften zwei Bohrungen (W1 und W3) im Alluvialbereich der Saggau, zwischen den Ortschaften Unterhaag und Saggau, das Wuggauer Kohlenflöz (NEBERT, 1981c). Intensive tektonische Bewegungen, über die anschließend berichtet werden soll, haben das Flöz zerstückelt, zerfetzt und größtenteils in eine tektonische Brekzie umgewandelt.

Mangels geeigneter Aufschlüsse, wurde auf eine Beprobung der telmatischen Phase des Wuggauer Zyklus verzichtet.

Limnische Phase

Die Sedimente der limnischen Phase des Wuggauer Zyklus sind betont feinkörniger (Mergel, Tonstein, Tegel), jedoch fehlten auch hier Aufschlüsse für eine Beprobung.

3.4.2. Lagerungsverhältnisse und stratigraphische Abgrenzung des Wuggauer Sedimentationszyklus

Von den besprochenen vier Sedimentationszyklen zeigen die Schichten des Wuggauer Zyklus das größte Einfallen. Nördlich der Saggau ist das Einfallen der Wuggauer Schichten mittelsteil (z. B. in den erwähnten Bohrungen W1 und W3), südlich der Saggau zeigen die Schichten ein steiles (bis 70°) Einfallen (z. B. in Bohrung Hörmsdorf H9, NEBERT, 1982).

Die Schichtfolge des Wuggauer Zyklus ist von zahlreichen Verwerfen durchsetzt. Besonders gut sind diese

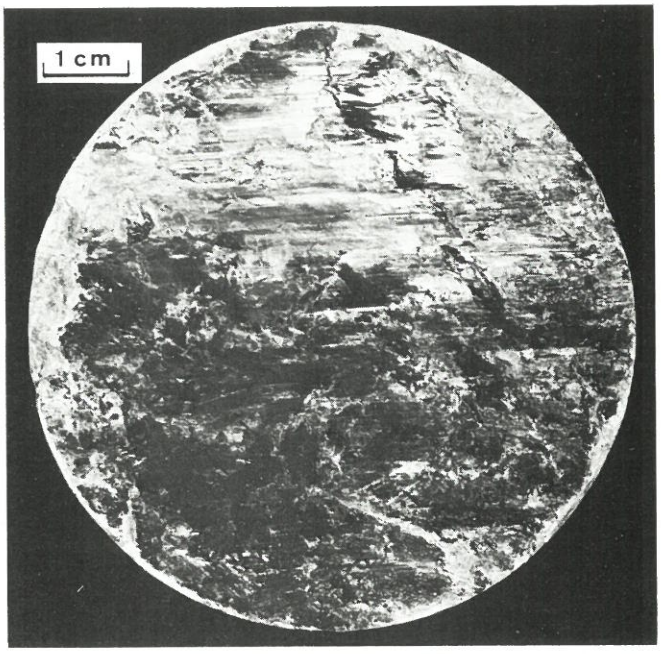

Abb. 11: Söhlige Harnischfläche mit horizontal verlaufenden Striemen. Bohrkern W3.

Verwerfer in den von Norden her in die Saggau einmündenden Nebengräben zu sehen.

Die tektonische Durchbewegung der Wuggauer Sedimentfolge äußerte sich auch in den Kernen der erwähnten Bohrungen W1 und W3 (NEBERT, 1981c) in Form von zahlreichen Harnischflächen . Dabei verliefen die Harnischstreifen sowohl auf söhligen Harnischflächen (Abb. 11) als auch auf solchen, die den Schichtverband steil durchschnitten, stets horizontal. Daraus läßt sich eine horizontale Bewegungsrichtung (Blattverschiebung) der einzelnen Großblöcke ableiten. Ferner waren die lithologischen Grenzflächen vielfach durch unregelmäßig verlaufende tektonische Trennflächen (Abb. 12) ersetzt.

Innerhalb eines kompakten Gesteinskomplexes stellt ein Kohlenflöz in festigkeitsmechanischer Hinsicht das schwächste Glied dar. So wurde das Wuggauer Flöz im Zuge der tektonischen Vorgänge aufgerissen, sein Glanzkohleninhalt stellenweise in einzelne Bruchstücke zerrieben, mit Ton vermengt (Abb. 12) und seine ursprüngliche Stärke beachtlich reduziert. Heute präsentiert sich das Wuggauer Glanzkohlenflöz zumeist als eine tektonische Brekzie oder als abgescherte Kohlefetzen ohne jede wirtschaftliche Bedeutung.

Die tektonischen Bewegungen fanden unmittelbar nach der Ablagerung und Verfestigung der Sedimente des Wuggauer Zyklus statt, aber noch vor der Ablagerung der Habischegger Schichtfolge, denn letzterer fehlen die Spuren einer intensiven Durchbewegung. Daraus ergibt sich eine Winkeldiskordanz und ein Hiatus (Diastem) zwischen den Schichten beider Zyklen.

Die fluviatilen Schichten des Wuggauer Zyklus liegen über den limnischen Schichten eines älteren Zyklus (Aufschluß 159, geolog. Karte). Auf ihn wird hier weiter nicht eingegangen, da sein Ausbißareal im Untersuchungsgebiet äußerst reduziert ist und er infolgedessen für das Untersuchungsgebiet keine baugeologische Bedeutung hat.

3.4.3. Alter und Dauer des Wuggauer Sedimentationszyklus

Mit den in vorliegender Arbeit verwendeten Standardwerten von SONDER läßt sich die Zeitdauer des Wuggauer Sedimentationszyklus mit rund 1,3 Mio Jahren

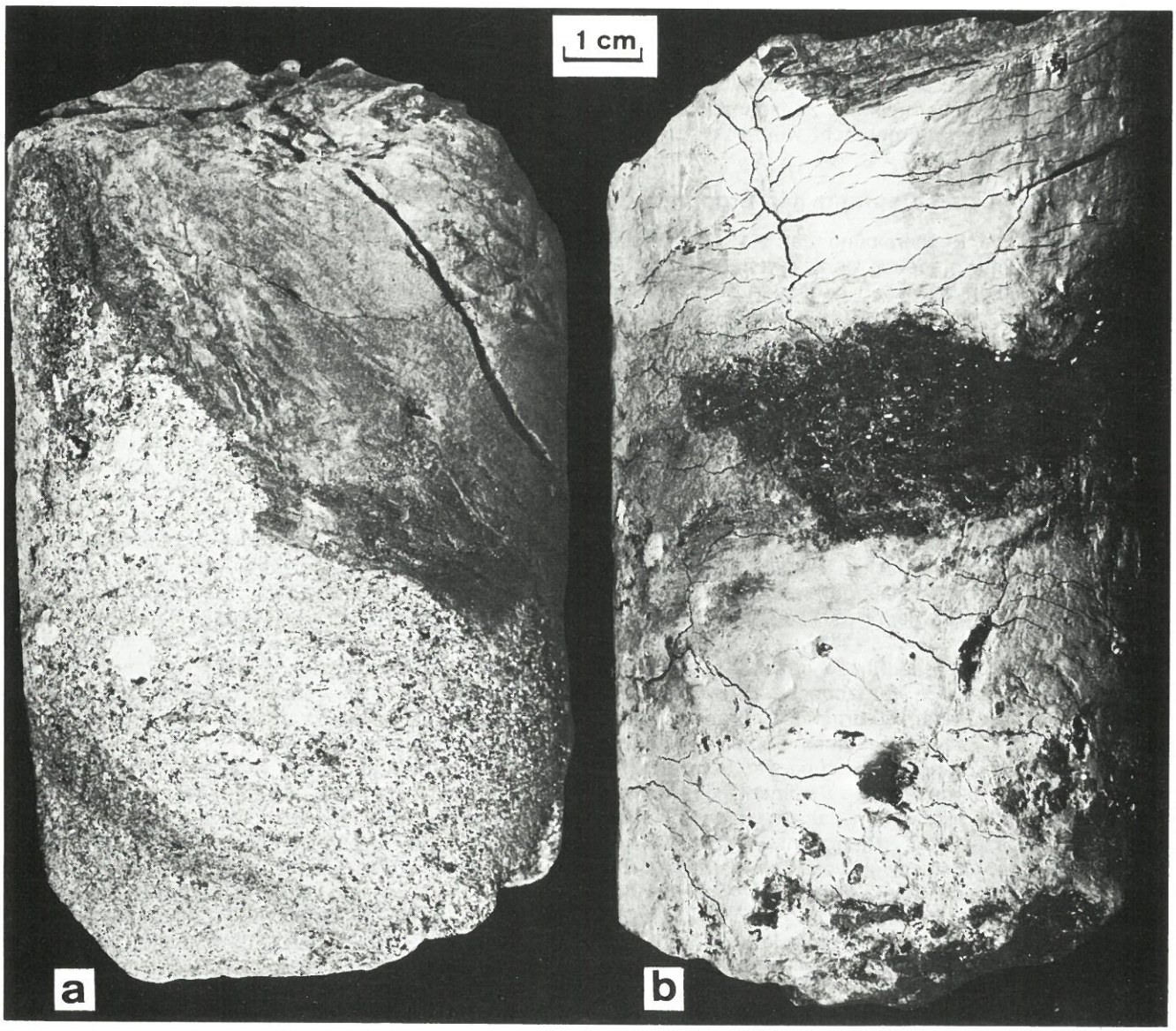

Abb. 12: Bohrkerne der Bohrung Wuggau W3. a = Eine tektonisch erzeugte, unregelmäßig verlaufende Trennfläche zwischen Mergel und Sandstein. Bohrtiefe 41,80 m. b = In Ton eingequetschte und zerrissene Kohlenschmitze sowie einzelne, eckige Kohlenbruchstücke. Bohrtiefe 12,60 m.

Tabelle 6: Zeitdauer der vier Sedimentationszyklen.

Zyklus	Phase	Standard-mächtigkeit m	Sedimentations-geschwindigkeit J/m	Zeitwert J
Wies	limnisch	120	3.000	360.000
	telmatisch	1	1.875	1.875
	fluv.-limn.	200	1.500	300.000
	fluviatil	220	1.000	220.000
				881.875
Eibis-wald	limnisch	50	3.000	150.000
	telmatisch	1	1.875	1.875
	fluv.-limn.	140	1.500	210.000
	fluviatil	210	1.000	210.000
				571.875
Habisch-egg	limnisch	120	3.000	360.000
	fluv.-limn.	200	1.500	300.000
	fluviatil	400	1.000	400.000
				1.060.000
Wuggau	limnisch	200	3.000	600.000
	fluv.-limn.	250	1.500	375.000
	fluviatil	400	1.000	400.000
				1.375.000

berechnen. Die Zeitdauer der einzelnen Phasen ist der Tab. 6 zu entnehmen.

Wie bereits erwähnt, wird die absolute Zeitdauer des Ottnangien mit 1,5–2,3 Mio Jahre angegeben. Den oberen Abschnitt des Ottnangien nehmen – mit einer Zeitdauer von 1 Mio Jahren – die Sedimente des Habischegger Zyklus ein. Somit könnte der Wuggauer Sedimentationszyklus innerhalb der Zeitspanne des Unteren Ottnangien untergebracht werden.

4. Diskussion und Deutung der Ergebnisse

Die ausführliche Beschreibung der vier Sedimentationszyklen brachte eindeutig den Beweis, daß die Eibiswalder Schichten zyklisch gegliedert sind. Im Sinne WELLER's entspricht jeder Zyklus einem Zyklothema. Und da jeder Zyklus auch Kohle führt, kann man von vier Kohlezyklen (SONDER, WELLER) sprechen.

Die lithologische Analyse ergab eine bestimmte Faziesfolge (Abb. 13). Jeder Zyklus beginnt mit grobklastischen Sedimenten (Blockschutt, Konglomerat, Schotter, Grobsand), die während einer fluviatilen Phase zur Ablagerung gelangten. In zeitlicher Richtung folgt die fluviatil-limnische Phase mit mittel- bis feinkörnigem Sand, Tegel und Ton. Sie stellt gewissermaßen den lithologischen Übergang zur limnischen Phase her, die durch Feinsand, Tegel, Ton und Mergel vertreten ist. Mit der limnischen Phase endet jeder der vier Sedimentationszyklen.

Berechnet man für jede Phase gesondert das arithmetische Mittel aus den vorhandenen Schwermineralanalysen aller vier Zyklen, so erhält man Standardhistogramme, die für jede Phase eines Sedimentationszyklus die typische Zusammensetzung der Schwermineralassoziation wiedergeben. Die Sedimente der fluviatilen Phase enthalten eine nahezu monominerale Schwermineralassoziation (Diagramm a, Abb. 13), in welcher GR einen Spitzenwert von über 80 % erreicht. Der Anteil der übrigen Schwermineralien, vor allem jener der resistenten Mineralien (TU, Zl und RU) ist minimal. Wir können somit die fluviatile Phase auch als Granat-Phase bezeichnen. Die fluviatil-limnische Phase kann als Granat-Epidot-Phase benannt werden, denn die dazugehörenden Histogramme (b, d und e, Abb. 13) enthalten ein ausgeprägtes Maximum, das gemeinsam von GR und EP aufgebaut wird. Schließlich kann man die limnische Phase als Epidot-Phase bezeichnen, denn das betreffende Standardhistogramm führt einen EP-Spitzenwert von nahezu 70 %. Bemerkenswert ist ferner die leichte Zunahme der resistenten Mineralien TU, Zi und RU (Histogramm f, Abb. 13).

Somit läßt sich im Ablauf eines Sedimentationszyklus eine Gesetzmäßigkeit erkennen. Sie äußert sich in einem Phasenwechsel, der durch die Korngröße und durch die Zusammensetzung des Schwermineralgehaltes der abgelagerten Sedimente bestimmt wird.

Im Phasenwechsel, der durch die Korngröße eines Sediments bestimmt wird, d. h. im Wechsel der Faziesphasen haben sich in erster Linie das Relief (Orographie) des Alimentationsgebietes (Liefergebietes, Einzugsgebietes) sowie die Senkungsgeschwindigkeit des Beckenbodens abgebildet (NEBERT, 1960 und 1978). Von diesen Faktoren hängt die Transportkraft (-energie) und die Sedimentationsgeschwindigkeit ab. Die Entstehung der Kohle ist ein Teilprozeß eines Sedimentationszyklus und die Kohle selbst ist ein konstant auftretendes Faziesglied des Zyklus, allerdings nur dort, wo während der fluviatil-limnischen Phase im Bereich eines Sedimentationsbeckens ein entsprechender Bildungsraum vorhanden ist, und nur dann wenn günstige Bildungsbedingungen vorliegen.

Die Entstehung von Sedimentationszyklen diskutiert SONDER (1956) eingehend im Rahmen einer tektonischen Faziesanalyse, wobei er drei Faziesgruppen unterscheidet (1956, S. 11). Die Sedimente der fluviatilen Phase würden der ersten Gruppe (a) entsprechen, also klastische Sedimente, die unter Bedingungen eines gebirgigen bis hügeligen Reliefs und bei heftiger bis rascher Wasserbewegung, geschwemmt abtransportiert wurden. Die fluviatil-limnische Phase deckt sich mit der zweiten Gruppe (b), die auch die Bildung von Kohle enthält. Die orographischen Verhältnisse waren hügelig bis wellig, der Transport des Sedimentmaterials erfolgte suspendiert bei mäßiger Wasserbewegung. Die limnische Phase umfaßt Sedimente der dritten Gruppe (c). Die orographischen Verhältnisse waren wellig bis flach. Bei langsamer bis sehr langsamer Wasserbewegung gelangte das Material suspendiert und z. T. gelöst in den Ablagerungsraum.

Was verursacht aber den Wandel in der Schwermineralzusammensetzung eines Sedimentationszyklus?

Betrachtet man die Histogramme der Abb. 13 in ihrer Gesamtheit, so ist eine leichte Verschiebung des Maximums in Richtung der resistenten Mineralien unverkennbar. Mit anderen Worten: Die Zusammensetzung der Schwermineralassoziation erfuhr insofern eine Änderung, als der dominierende GR-Gehalt der fluviatilen Sedimente von einem dominierenden EP-Gehalt der limnischen Sedimente abgelöst wurde.

GR besitzt eine geringe chemische Resistenz und ist aus diesem Grund sehr verwitterungsanfällig. Der extrem hohe Anteil von GR in den untersuchten Sedimentproben der fluviatilen Phase weist infolgedessen darauf hin, daß das Material vor seiner Ablagerung keiner nennenswerten Verwitterung ausgesetzt war. Dafür spricht auch der unbedeutende Gehalt an verwitterungsresistenten Mineralien (TU, Zl und RU) sowie der relativ geringe Anteil der opaken Körner, die sich im Falle eines verwitterten Materials wesentlich angereichert hätten. Während der fluviatilen Phase bzw. während der Granat-Phase gelangte somit ein „frisches" Material zur Ablagerung. Daraus wäre abzuleiten, daß Schwermineralassoziationen (Diagramm a, Abb. 13) mit

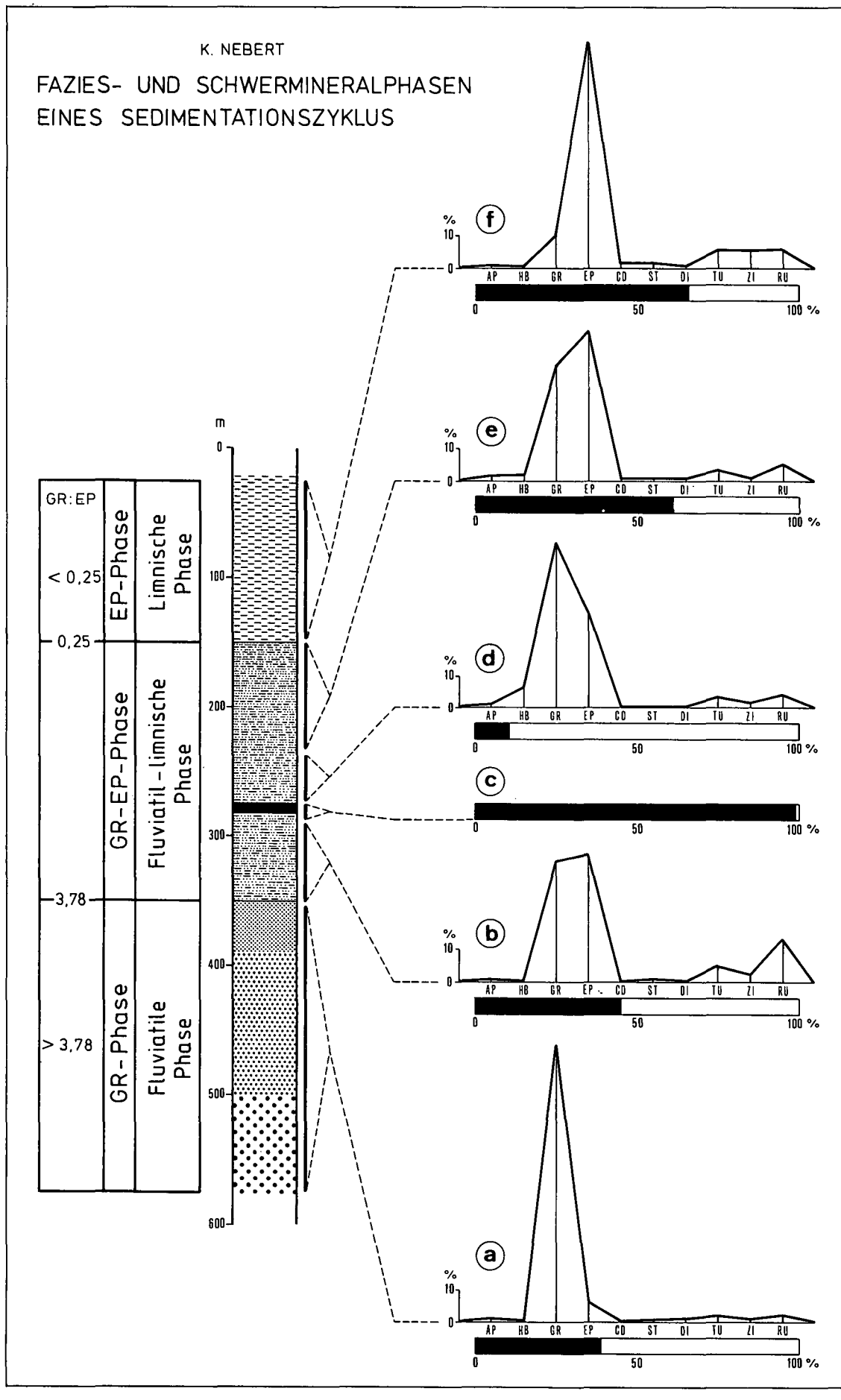

Abb. 13: Fazies- und Schwermineralphasen eines Sedimentationszyklus.

einem dominierenden GR-Gehalt und mit niedrigen Werten der resistenten Mineralien (TU, ZI und RU) frische alpinogene Sedimente einer fluviatilen Phase typisieren. Die Bezeichnung „alpinogen" will besagen, daß die kristallinen Gesteine der Alpen die Liefergesteine darstellen.

Die Schwermineralassoziation der limnischen Phase (Histogramm f, Abb. 13) ist durch einen dominierenden EP-Gehalt charakterisiert, deshalb auch die Bezeichnung „Epidot-Phase". Zwar ist GR mit einem unbedeutenden Anteil noch vertreten, doch im ganzen gesehen, ist das Material, das zur Ablagerung gelangte, nicht mehr „frisch", sondern war eine Zeitlang der Verwitterung ausgesetzt. Dies wird auch vom leicht erhöhten Gehalt der resistenten und vom betont erhöhten Gehalt der opaken Mineralien angezeigt.

Während der fluviatil-limnischen Phase bzw. der Granat-Epidot-Phase vollzieht sich der Übergang zwischen der fluviatilen und der limnischen Phase. Sowohl frisches als auch verwittertes Material gelangte in den Sedimentationsraum. Im unteren Abschnitt (Histogramm b und d, Abb. 13) ist noch GR in Vormacht, im oberen Abschnitt (Diagramm e) jedoch EP.

Innerhalb eines Sedimentationszyklus besteht eine lineare Abhängigkeit zwischen der GR-Abnahme und dem EP-Anstieg. Dies geht deutlich aus einer Grafik (Abb. 14) hervor, in der die GR- und EP-Werte (Tab. 1) des Wieser Sedimentationszyklus eingetragen wurden. An Hand dieser Grafik lassen sich die einzelnen Phasen voneinander abgrenzen. Die fluviatile Phase endet bei einem GR-Gehalt von ca. 68 % und einem EP-Gehalt von 18 % oder bei einem Verhältnis GR : EP von 3,78 % (vgl. Abb. 14). Bei weiterem Ansteigen des EP-Gehaltes folgt die fluviatil-limnische Phase. Sie endet, wenn der EP-Anteil in einer Schwermineralassoziation 65 % erreicht hat und der GR-Gehalt auf 15 % gesunken ist, oder bei einem Verhältnis GR : EP von 0,25 (Abb. 14). Bei weiterem Anstieg des EP-Gehaltes und entsprechender Abnahme des GR-Gehaltes setzt die limnische Phase ein.

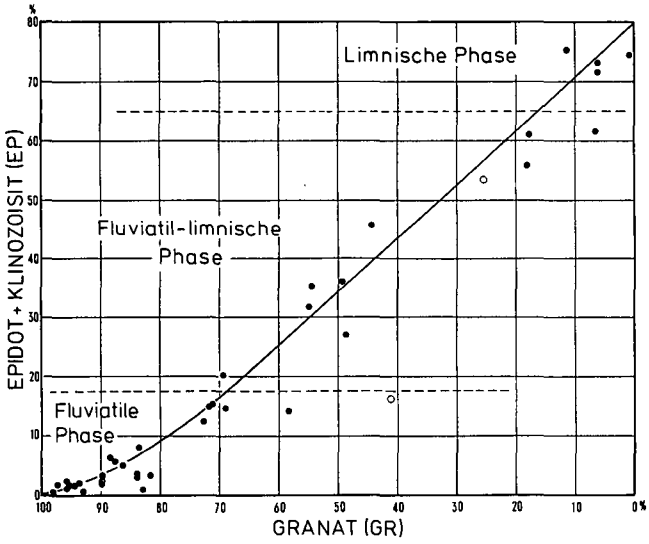

Abb. 14: Lineare Abhängigkeit zwischen der GR-Abnahme und der EP-Zunahme in den Sedimentproben des Wieser Sedimentationszyklus. Die beiden leeren Ringlein entsprechen den Proben 60 und 62, deren stratigraphische Position sich unmittelbar unter dem Wieser Flöz befindet (s. Profil C–D). Sonstige Erläuterungen im Text.

Die Grafik zeigt ferner, daß die Anreicherung des EP lediglich eine relative ist, d. h. EP reicherte sich an, weil GR nicht mehr in solchen Mengen in den Ablagerungsraum gelangte. Hierfür kann man mehrere Gründe annehmen. Zunächst könnte sich die EP-Anreicherung und Granat-Verarmung während des Transportes vollzogen haben. Dagegen spricht aber die hohe mechanische Resistenz des GR (WEYL, WIESENEDER), die im Widerspruch zu einer derartigen Auslese steht. Zweitens könnte man annehmen, daß sich der petrographische Charakter des Liefergebietes bzw. des Liefergesteins plötzlich geändert hätte. Eine Änderung in der petrographischen Zusammensetzung des Liefergesteins hätte aber zweifellos ihre Spur in der Funktionsgeraden, etwa in Form eines Knickes, hinterlassen. Dies ist jedoch nicht der Fall. Eine dritte Erklärungsmöglichkeit wäre, daß das Liefergestein im Alimentationsgebiet einem langsamen Zersetzungsvorgang, d. h. einer intensiven Verwitterung unter dem Einfluß eines feucht-warmen, tropischen Klimas ausgesetzt war. Der verwitterungsanfällige GR wurde im Liefergebiet allmählich ausgemerzt, der chemisch resistentere EP konnte sich dabei anreichern und gelangte in erhöhter Menge in den Ablagerungsraum.

Stellt man für die angeführten Proben (Tabelle 1) des Wieser Sedimentationszyklus eine funktionelle Beziehung zwischen GR-Gehalt, EP-Gehalt sowie dem Gesamtgehalt der resistenten Mineralien (TU+ZI+RU) jeweils zum opaken Gehalt her, so erhält man drei Grafiken (Abb. 15), in denen die eingetragenen Werte zwar eine erhebliche Streuung aufweisen, aber dennoch eine Tendenz des Kurvenverlaufs erkennen lassen. Auf der Abszisse aller drei Grafiken ist der prozentuelle Gehalt an opaken Mineralien aufgetragen. Auf der Ordinate erscheint der Anteil der durchsichtigen Mineralien.

Betrachten wir zunächst die mittlere Grafik. Sie bezieht sich auf Granat. In ihr nimmt GR mit zunehmendem Gehalt an opaken Mineralien rapide ab. Die Tendenz der angedeuteten Abnahme würde einer exponentiellen Funktionskurve entsprechen. Aus der mittleren Grafik läßt sich ohne Schwierigkeit herauslesen, daß die Zunahme an opaken Mineralien zum Großteil auf die Zerstörung des Granats zurückzuführen ist. Die Granatzersetzung liefert als Endprodukt sekundäre opake Fe-Mineralien. Daß die Zersetzung des Granats auf eine Verwitterung zurückzuführen ist, zeigt uns die untere Grafik. Mit zunehmendem Gehalt der opaken Mineralien nimmt jener der chemisch resistenten, d. h. verwitterungsfesten Mineralien TU, ZI und RU exponentiell zu. Auch der EP-Gehalt wächst mit dem Anstieg des opaken Anteils (obere Grafik). Daraus ergibt sich die Folgerung: Die verwitterungsbedingte, chemische Zersetzung des Granats führte einerseits zu einer Anreicherung von opaken Mineralien, andererseits bewirkte sie eine relative Erhöhung des EP- und des TU-ZI-RU-Gehaltes.

Im Anfangsstadium des Verwitterungsprozesses erscheinen die Granatkörner mit Limoniträndern und -umkrustungen (briefliche bzw. mündliche Mitteilung der Herren Dr. SAUER bzw. Dr. STATTEGGER).

Hatte sich im Phasenwandel, der durch die Korngröße der abgelagerten Sedimente geprägt wird, die orographische Beschaffenheit des Liefergebietes abgebildet, so spiegelt die Schwermineralassoziation den Verwitterungsgrad des Liefermaterials wider.

Es gibt zahlreiche Theorien, die das Zustandekommen und den Ablauf eines Sedimentationszyklus, ins-

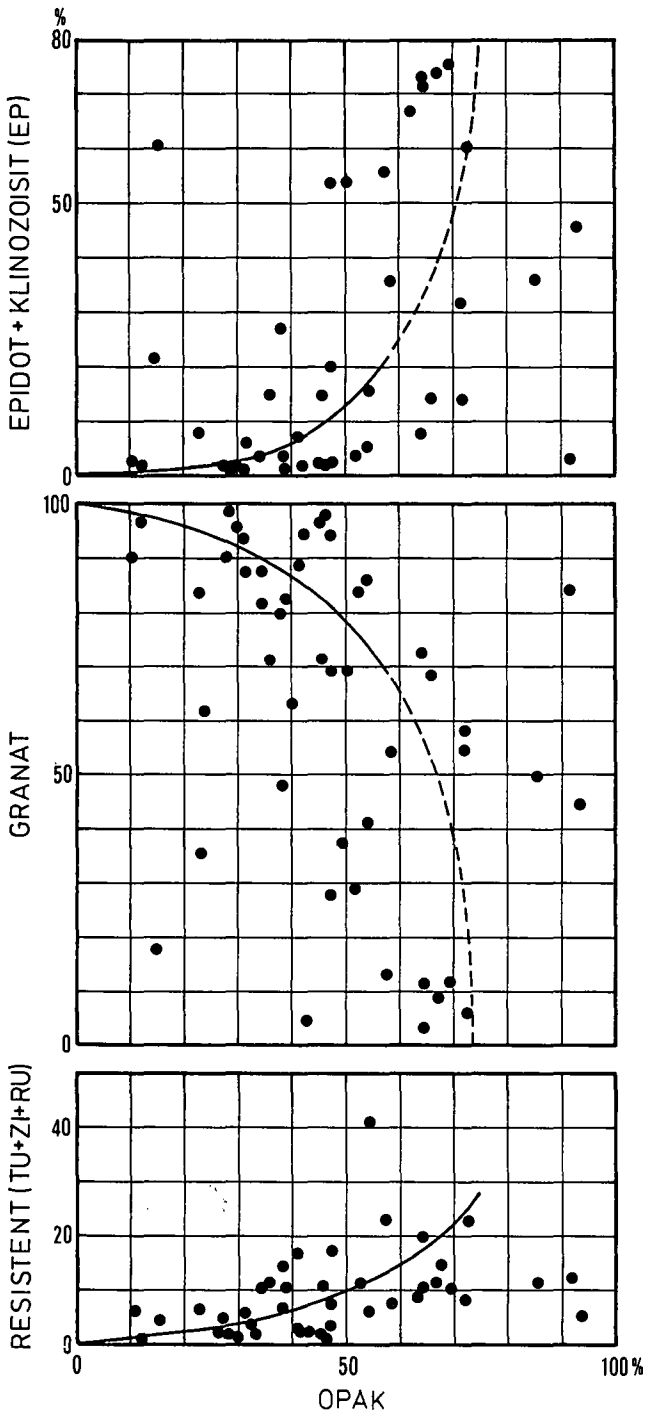

Abb. 15: Funktionelle Beziehung zwischen GR-Gehalt, EP-Gehalt sowie dem Gehalt der resistenten Mineralien TU+ZI+RU zum opaken Anteil. Erläuterung im Text.

besondere eines kohleführenden Zyklothemas, zu erklären versuchen. Mit WELLER (1964) lassen sich die Theorien in drei Gruppen einteilen. Die erste Gruppe stützt sich auf diastrophische Vorgänge, wie Absinken des Beckenbodens, Hebung des Alimentationsgebietes etc. Die zweite Gruppe versucht mit klimatischen Faktoren die fazielle Gliederung eines Zyklus zu erklären. Und schließlich verwendet die dritte Gruppe Erklärungsversuche, die mit der Sedimentation in Verbindung gesetzt werden. Die meisten dieser Theorien sind jedoch unzureichend, um alle Erscheinungen eines Zyklothemas zu erfassen.

Versucht man mit den erzielten Ergebnissen ein Entwicklungsbild für das Eibiswalder Süßwasserbecken zu entwerfen, so ergibt sich folgendes Modell: Am Anfang jedes Sedimentationszyklus stand die Hochschaltung des Alimentationsgebietes. Sie schuf ein akzentuiertes Relief und entblößte riesige, unverwitterte Gesteinsmassen. Dies hatte zur Folge, daß während der fluviatilen Phase grobklastisches Sedimentmaterial, das seinem Charakter nach unverwittert, d. h. „frisch" war, bei heftiger bis rascher Wasserberwegung in den Ablagerungsraum geschwemmt wurde. Damit könnte auch der ursprünglich hohe Gehalt des äußerst verwitterungsanfälligen Granats im Schwermineralspektrum der fluviatilen Sedimente erklärt werden.

Während der fluviatil-limnischen Phase hatte das Relief des Alimentationsgebietes einen intermediären orographischen Charakter. Unter dem Einfluß eines feuchtwarmen, tropischen bis subtropischen Klimas waren Teile der freigelegten Gesteinsmassen einer intensiven Verwitterung ausgesetzt. Mit der Entstehung von lateritartigen Böden begann auch die Zersetzung des verwitterungsanfälligen Granats. In den Sedimentationsraum des Eibiswalder Beckens gelangten mittel- bis feinklastische Sedimente, die ihrem Charakter nach als gemischt zu bezeichnen wären, d. h. die sowohl aus frischem als auch aus verwittertem Liefermaterial bestanden. Dementsprechend setzt sich auch die Schwermineralassoziation der abgelagerten Sedimente zusammen: Sie besteht überwiegend aus Granat und Epidot.

Während der limnischen Phase war das Relief des Liefergebietes bereits hügelig-wellig bis flach abgetragen und stand unter der anhaltenden Einwirkung des feucht-warmen Klimas. Eine tiefgreifende Verwitterung änderte im zersetzten Gesteinsmaterial auch die Zusammensetzung des Schwermineralgehaltes. Der verwitterungsempfindliche Granat wurde weitgehend zerstört und in sekundäre, opake Fe-Mineralien umgewandelt. Der verwitterungsresistentere Epidot und die extrem verwitterungsresistenten Mineralien (Turmalin, Zirkon und Rutil) erfuhren dadurch eine relative Anreicherung, die zu einem dominierenden EP-Maximum und erhöhten TU-ZI-RU-Anteilen führte. Der Verwitterungsprozeß kann als Lateritisierung angesprochen werden. Daher auch die intensiv ockergelbe bis rötliche Färbung des verwitterten Materials, das in Form von fein- bis feinstklastischen Sedimenten suspendiert bei mäßiger bis langsamer Wasserbewegung in das Eibiswalder Becken zur Ablagerung gelangte.

Die zyklische Sedimentation der Eibiswalder Schichten wurde somit durch episodische Vertikalhebungen des umrahmenden Grundgebirges verursacht. Das Eibiswalder Süßwasserbecken stand in keiner Weise mit dem Steirischen Becken in Verbindung. Im Gegenteil, alle Beobachtungen sprechen für einen in sich geschlossenen und isolierten Ablagerungsraum, in welchem das Liefermaterial vorwiegend aus dem Norden und Westen zugeführt wurde. Im Süden des Beckens befanden sich Einbuchtungen, die einen günstigen Bildungsraum für Kohle darstellten. Auch günstige Bildungsbedingungen waren vorhanden: Ein feucht-warmes (tropisches bis subtropisches) Klima, üppiger Pflanzenwuchs innerhalb des umrahmenden Grundgebirges, Gleichgewichtszustand zwischen Wachstum des Moores und der Senkungsgeschwindigkeit des Beckenbodens, etc.

Eine Trockenlegungsphase schaltet sich jeweils zwischen den vier Sedimentationszyklen ein, wobei in manchen Abschnitten des Ablagerungsraumes ein Teil

der bereits abgelagerten und verfestigten Sedimente wieder abgetragen wurde (Erosionsdiskordanz). Dadurch entstand ein Hiatus (Diastem) zwischen den Schichten der einzelnen Zyklen, der manchenorts durch einen fossilen Lateritboden markiert wird.

Zu Beginn jedes Sedimentationszyklus werden durch die Hochschaltung des umrahmenden Grundgebirges die bereits abgelagerten Sedimente steilgestellt. Dadurch entstehen Winkeldiskordanzen zwischen den Schichten der einzelnen Zyklen. Auch verlagerte sich zu Beginn jedes Sedimentationszyklus der für die Entstehung und Anhäufung von Kohlesubstanz günstige Südabschnitt des Eibiswalder Beckens nach Norden. Aus diesem Grund befinden sich die älteren Kohlenflöze (z. B. Wuggauer Flöz) im südlichen Abschnitt des einstigen Beckens, wohingegen die jüngeren Flöze (z. B. das Wieser Flöz) im Norden ausbeißen. Das Nordwandern des südlichen Randes des Eibiswalder Beckens ist bereits WINKLER (1927) aufgefallen.

Dank

Von Seiten der Firma „Stahl- und Walzwerk Marienhütte" hatten die Geländearbeiten jede Unterstützung, wofür dem Firmeninhaber, Herrn HELMUT GROSZSCHÄDL, mein aufrichtiger Dank gebührt.

Dank schulde ich den Herren Bergdirektor Dipl.-Ing. WALTER KUCKENBERGER, Berghauptmann Dipl.-Ing. Dr. ERNST HABELSBERGER und Univ.-Prof. Dr. T. GATTINGER für die Erlaubnis, das Archivmaterial ihrer Gesellschaft bzw. ihrer Anstalt auswerten zu dürfen.

Herr Dr. MANFRED E. SCHMID (Geolog. Bundesanstalt) führte an 32 Proben mikropaläontologische Untersuchungen durch. Leider waren alle Proben steril.

Die Schwermineraluntersuchungen von über 120 Proben wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens Nr. 2975 des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung finanziert, wofür ich dem Leiter des Forschungsvorhabens, Herrn Dr. OTTO THIELE (Chefgeologe an der Geologischen Bundesanstalt) ganz besonders danke.

Die Herren Dr. ROMAN SAUER und Dr. mont. ERNST GEUTEBRÜCK übernahmen in dankenswerter Weise die Bestimmung und Auszählung der Schwermineralien in den Streupräparaten.

Literatur

BURRI, C.: Sedimentpetrographische Untersuchungen an alpinen Flußsanden. 1. Die Sande des Tessins. – Schweiz. Min. Petr. Mitt., **9**, 205–240, Zürich 1929.

ETTINGHAUSEN, C. v.: Die fossile Flora von Schönegg bei Wies in Steiermark. – Denkschr. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., **57, 58**, Wien 1890/91.

FLÜGEL, H. & HERITSCH, H.: Das Steirische Tertiär-Becken. – Sammlung geol. Führer, **47**, 196 S., Berlin–Stuttgart (Borntraeger) 1968.

FLÜGEL, H. & MAURIN, V.: Ein Vorkommen vulkanischer Tuffe bei Eibiswald, Steiermark. – Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., **1**, 168, Wien 1959.

FUCHS, W.: Das Steirische Becken und seine Randbuchten. – In: OBERHAUSER, R. (wiss. Red.): Der geologische Aufbau Österreichs, 386–392, Wien–New York (Springer) 1980.

FÜCHTBAUER, H.: Sedimentpetrographische Untersuchungen in der älteren Molasse nördlich der Alpen. – Eclogae Geol. Helv., **57**, 157–298, Basel 1964.

GEUTEBRÜCK, E.: Übersicht über die kohleführenden und kohlehöffigen Tertiärgebiete der Steiermark. – Unveröff. Bericht., Forschungsprojekt 2975, Geol. B.-A., Wien 1980a.

GEUTEBRÜCK, E.: Bericht über montangeologische Untersuchungsarbeiten in den Jahren 1979 und 1980 im Gebiet Eibiswald–Arnfels südlich der Saggau. – Unveröff. Bericht, Forschungsprojekt Eibiswald der Firma Stahl- und Walzwerk Marienhütte, Graz 1980b.

GRIMM, W.-D.: Stratigraphische und sedimentpetrographische Untersuchungen in der Oberen Süßwassermolasse zwischen Inn und Rott (Niederbayern). – Beih. Geol. Jb., **26**, 97–199, Hannover 1957.

GRIMM, W.-D.: Stepwise heavy mineral weathering in the Residual Quartz Gravel, Bavarian Molasse (Germany). – Contr. Sedimentology, **1**, 103–125, Stuttgart 1973.

HIESSLEITNER, G.: Das Wieser Revier. – B. H. Jb., **74**, (2), 65–81 und (3), 83–103, Wien 1926.

KOLLMANN, K.: Das Neogen der Steiermark (mit besonderer Berücksichtigung der Begrenzung und seiner Gliederung). – Mitt. Geol. Ges. Wien, **52**, 159–167, Wien 1960.

KOLLMANN, K.: Jungtertiär im Steirischen Becken. – Mitt. Geol. Ges. Wien, **57**, 479–632, Wien 1965.

MOTTL, M.: Die Dorcatherien der Steiermark. – Mitt. Museum Bergb., Geol. Techn., Landesmus. „Joanneum" Graz, **22**, 21–71, Graz 1961a.

MOTTL, M.: Neue Säugetierfunde aus dem Jungtertiär der Steiermark. VI. Neue Säugetierfunde aus dem Glanzkohlenbergbau von Fohnsdorf. – Mitt. Mus. Bergbau, Geol. Techn., Landesmus. „Joanneum" Graz, **22**, 3–21, Graz 1961b.

MOTTL, M.: Die jungtertiären Säugetierfaunen der Steiermark, Südost-Österreichs. – Mitt. Museum Bergbau, Geol. Techn. Landesmus. „Joanneum" Graz, **31**, Graz 1970.

NAUCKE, W.: Chemie von Moor und Torf. – In: GÖTTLICH, K. (Hrsg.): Moor- und Torfkunde, 134–148, Stuttgart (E. Schweizerbart) 1976.

NEBERT, K.: Vergleichende Stratigraphie und Tektonik der lignitführenden Neogengebiete westlich und nördlich von Tavsanli. – MTA-Bull., **54**, 8–37, Ankara 1960.

NEBERT, K.: Das braunkohleführende Neogengebiet von Soma, Westanatolien. – MTA-Bull., **90**, 20–72, Ankara 1978.

NEBERT, K.: Die Ergebnisse der kohlengeologischen Untersuchungen in dem zwischen der Saggau und Sulm gelegenen Tertiärgebiet Südweststeiermarks. – Unveröff. Bericht, Forschungsprojekt Eibiswald der Firma Stahl- und Walzwerk Marienhütte, Graz 1980a.

NEBERT, K.: Abschlußbericht zu Bohrung Hörmsdorf H3. – Unveröff. Bericht, Forschungsprojekt Eibiswald der Firma Stahl- und Walzwerk Marienhütte, Graz 1980b.

NEBERT, K.: Revisionskartierung auf Blatt 206 Eibiswald. – Unveröff. Bericht, Geol. B.-A., Wien 1981a.

NEBERT, K.: Die Ergebnisse der kohlengeologischen Untersuchungen im Neogengebiet von Wernersdorf, Südweststeiermark. – Unveröff. Bericht, Forschungsprojekt Eibiswald der Firma Stahl- und Walzwerk Marienhütte, Graz 1981b.

NEBERT, K.: Abschlußbericht über die Bohrungen Wuggau 1 und Wuggau 3. – Unveröff. Bericht, Forschungsprojekt Eibiswald der Firma Stahl- und Walzwerk Marienhütte, Graz 1981c.

NEBERT, K.: Abschlußbericht über die Bohrungen Hörmsdorf H7, H8 und H9. – Unveröff. Bericht, Forschungsprojekt Eibiswald der Firma Stahl- und Walzwerk Marienhütte, Graz 1982.

NEBERT, K. & GEUTEBRÜCK, E.: Montangeologische Situation des Hörmsdorfer Glanzkohlenfeldes. – Unveröff. Bericht, Forschungsprojekt Eibiswald der Firma Stahl- und Walzwerk Marienhütte, Graz 1980.

NEBERT, K., GEUTEBRÜCK, E. & TRAUSSNIGG, H.: Zur Geologie der neogenen Lignitvorkommen entlang des Nordostsporns der Zentralalpen (Mittelburgenland). – Jb. Geol. B.-A., **123**; 39–112, Wien 1980.

PAPP, A. & STEININGER, F.: Die stratigraphischen Grundlagen des Miozäns der zentralen Paratethys und die Korrelationsmöglichkeiten mit dem Neogen Europas. – Verh. Geol. B.-A., **1973**, 59–65, Wien 1973.

PETRASCHECK, W.: Kohlengeologie der österreichischen Teilstaaten, VII, Die tertiären Senkungsbecken am Fuße der Alpen. Das Wies-Eibiswalder Revier. – B. H. Jb., **72**, 14–22, Wien–Berlin 1924.

Revierbergamt Graz: Überischtskarte des Wies-Eibiswalder Kohlenreviers, Graz 1913.

SONDER, R. A.: Mechanik der Erde. – 291 S., Stuttgart (Schweizerbart) 1956.

STEININGER, F.: Integrated assemblage-zone biostratigraphy at marine-nonmarins boundaries: Examples from the Neogene of Central Europe. – In: KAUFMANN, E. G. & HAZEL, J. E. (Hrsg.): Concepts and methods of biostratigraphy, 235–256, Stroudsburg 1977.

THENIUS, E.: Zur Revision der Insektivoren des steirischen Tertiärs. – Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., **158**, Wien 1949a.
THENIUS, E.: Lutrinen des steirischen Tertiärs. – Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., **158**, Wien 1949b.
THENIUS, E.: Die tertiären Lagomeryciden und Cerviden der Steiermark. – Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., **159**, Wien 1950.
THENIUS, E.: Anthracotherium aus dem Untermiozän der Steiermark. – Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., **160**, Wien 1951.
VAN ANDEL, T. J.: Zur Frage der Schwermineralverwitterung in Sedimenten. – Erdöl u. Kohle, **5/2**, 100–104, Hamburg 1952.
VAN ANDEL, T. J.: Reflection on the interpretation of heavy mineral analyses. – J. Sed. Petrol., **29**, 153–163, Tulsa 1959.
WELLER, J. M.: Argument for diastrophic control of late Paleozoic cyclothems. – Am. Assoc. Petrol. Geologists Bull., **40**, 17–50, Boulder 1956.
WELLER, J. M.: Cyclothems and larger sedimentary cycles of the Pennsylvanian. – Jour. Geology, **66**, 195–207, Chicago 1958.
WELLER, J. M.: Development of the concept and interpretation of cyclic sedimentation. – In: Symposium on cyclic Sedimentation, vol. II, Kansas Geol. Survey Bull., **169**, 607–621, Kansas 1964.
WEYL, R.: Zur Ausdeutbarkeit der Schwermineral-Vergesellschaftungen. – Erdöl u. Kohle, **2/6**, 221–224, Hamburg 1949.
WEYL, R.: Schwermineralverwitterung und ihr Einfluß auf die Mineralführung klastischer Sedimente. – Erdöl u. Kohle, **3/5**, 209–211, Hamburg 1950.
WEYL, R.: Zur Frage der Schwermienralverwitterung in Sedimenten. – Erdöl u. Kohle, **5/1**, 29–33, Hamburg 1952.
WIESENEDER, H.: Petrographische Analyse der Sedimentationsabfolge in der nordalpinen Saumtiefe Ober- und Niederbayerns. – Neues Jb. Mineral., Geol., Paläont., Beil.-Bd., **88**, 157–175, Stuttgart 1944.
WIESENEDER, H.: Die Verteilung der Schwermineralien im nördlichen Inneralpinen Wiener Becken und ihre geologische Deutung. – Verh. Geol. B.-A., **1952**, 207–222, Wien 1952.
WIESENEDER, H.: Über die Veränderungen des Schwermineralbestandes der Sedimente durch Verwitterung und Diagenese. – Erdöl u. Kohle, **6/7**, 369–372, Hamburg 1953.
WIESENEDER, H. & MAURER, I.: Ursachen der räumlichen und zeitlichen Änderung des Mineralbestandes der Sedimente des Wiener Beckens. – Eclogae geol. Helv., **51**, 1155–1172, Basel 1959.
WINKLER, A.: Studienergebnisse im Tertiärgebiet von Südsteiermark. – Verh. Geol. B.-A., **5**, 93–101, Wien 1924.
WINKLER, A.: Das kohlenführende Miozänbecken in Südweststeiermark. – Montan. Rundsch., **5**, 1–8, Wien 1926.
WINKLER, A.: Das südweststeirische Tertiärbecken im älteren Miozän. – Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl., **101**, 89–130, Wien 1927.
WINKLER, A.: Der Bau des „Radelgebirges" in Südweststeiermark. – Jb. Geol. B.-A., **79**, 479–530, Wien 1929.
WINKLER, A.: Die jüngeren miozänen Ablagerungen im südweststeirischen Becken und dessen Tektonik. – Jb. Geol. B.-A., **79**, 1–32, Wien 1929b.
WOLETZ, G.: Die Schwermineralanalyse als Hilfsmittel für Prospektion und Stratigraphie. – Verh. Geol. B.-A., **2**, 172–182, Wien 1958.
ZAPFE, H.: Die geologische Altersstellung österreichischer Kohlenlagerstätten nach dem gegenwärtigen Stand der Kenntnis. – BHM, **101**, 71–81, Wien 1956.
ZÖBELEIN, H. K.: Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im niederbayrischesn Tertiär. – Neues Jb. Mineral., Geol., Paläont., Beil.-Bd., **84**, 233–302, Stuttgart 1940.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 31. Jänner 1983.