

BUNDESMINISTERIUM FÜR HANDEL, GEWERBE UND INDUSTRIE
BUNDESMINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG
GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT

FORSCHUNGSPROJEKT BA 3c/82

Kohlengeologische Erkundung der Henndorfer Berge
(Südoststeiermark und Südburgenland)

Bericht
von

K. N e b e r t

BUNDESMINISTERIUM FÜR HANDEL, GEWERBE UND INDUSTRIE
BUNDESMINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG
GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT

FORSCHUNGSPROJEKT BA 3c/82



Kohlengeologische Erkundung der Henndorfer Berge
(Südoststeiermark und Südburgenland)

Bericht

Univ.-Prof. Dr. Karl Nebert
Institut für Geologie und Paläontologie
Universität Graz

Graz, im Juli 1983

K. Nebert

Kohlengeologische Erkundung der Henndorfer Berge (Südost-
Steiermark und Südburgenland)

Inhalt

	Seite
Zusammenfassung	2
1. Einleitung	3
2. Geographische und regionalgeologische Lage des erkundeten Gebietes	7
3. Bemerkungen zu den Schwermineraluntersuchun- gen und zur Nomenklatur der untersuchten Sedimente	8
4. Gesteinsbestand der Henndorfer Berge	15
4.1. Jennersdorfer Schichten	16
4.1.1. Zyklus 240-275 m	18
4.1.2. Zyklus 275-290 m	29
4.1.3. Zyklus 290-330 m	31
4.1.4. Zyklus 330-350 m	42
4.1.5. Zyklus 350-370 m	49
4.1.6. Alter und Korrelation der Jen- nersdorfer Schichten	59
4.1.7. Bemerkungen zur stratigraphischen Gliederung der Jennersdorfer Schich- ten	61
4.2. Quartäre Ablagerungen	70
5. Die Kohlenvorkommen der Henndorfer Berge	71
5.1. Geschichtliches	71
5.2. Bemerkungen zu den auf der geologischen Karte angeführten Kohlenindikationen	72
5.3. Geologische Situation der Henndorfer und Jennersdorfer Kohlenvorkommen	73
5.4. Montangeologische Bemerkungen	74
5.5. Schlußfolgerungen und Vorschläge	75
6. Literaturverzeichnis	76
Anhang: 5 Tabellen mit Schwerminerallisten der Jennersdorfer Schichten	78
Dokumentationsmaterial: 1 geolog. Karte 1:10.000 auf zwei Blättern	
35 Abbildungen im Text.	

Zusammenfassung

Das Hügelland der Henndorfer Berge liegt im südlichsten Burgenland. Es wird im Norden von der Alluvialebene der Lafnitz und der Feistritz, im Süden von jener der Raab begrenzt. Seine kohlengeologische Erkundung erfolgte im Rahmen des Forschungsprojektes BA 3c/82, wobei ein Areal von rund 85 km² untersucht wurde.

Regionalgeologisch gehören die Henndorfer Berge zum Oststeirischen Neogenbecken, speziell zum Fürstenfelder Becken. Am Aufbau der Henndorfer Berge beteiligten sich außer unbedeutenden quartären Ablagerungen die klastischen Sedimente der Jennersdorfer Schichten. Sie wurden dem Oberpontien zugeordnet und mit der Sand-Folge op₃ des Ostrandes des Steirischen Beckens bzw. der Westabdachung der Südburgenländischen Schwelle korreliert.

Mit Hilfe der Ergebnisse der Schwermineralanalyse ließen sich die Jennersdorfer Schichten zu fünf Sedimentationszyklen gliedern, die auch auf der geologischen Karte ausgeschieden wurden. In lithofazieller Hinsicht bestehen die meisten Zyklen aus Sedimentationsrhythmen bzw. Kleinzyklen.

Am Ostrand des Steirischen Beckens überlagert die Sand-Folge op₃ die Lignit-Folge op₂. Letztere führt mehrere bauwürdige Flözgruppen. Das Korrelat der Lignit-Folge op₂ ist im Gebiet der Henndorfer Berge die Henndorfer Lignit-Folge, die ihrerseits von den Sedimenten der Jennersdorfer Schichten überlagert wird. Die Kohle der Henndorfer Lignit-Folge wurde in einigen Gruben abgebaut. Die aufgelassenen Baue sind als Kohlenindikationen zu werten.

Zwecks Klärung der montangeologischen Verhältnisse wurden einige Erkundungsbohrungen vorgeschlagen.

1. Einleitung

Eine kohlengeologische Erkundung des Neogengebietes zwischen Bachselten und St. Michael erfolgte 1981 im Rahmen des Forschungsprojektes BA 3b/81. Finanziert wurde das Projekt über die Geologische Bundesanstalt von den Bundesministerien für Handel, Gewerbe und Industrie einerseits, sowie Wissenschaft und Forschung andererseits. Die Erkundung führte zu einer positiven Bewertung. Das betreffende Gebiet wurde als potentiell Hoffungsgebiet für weitere Explorationsarbeiten, insbesondere für die Durchführung eines detaillierten Bohrprogramms, vorgeschlagen (K. NEBERT 1981).

Auch der Bildungsraum sowie die Bildungsbedingungen der Kohle wurden im Rahmen des erwähnten Forschungsprogramms ermittelt. Den Bildungsraum lieferte die flache Westabdachung der Südburgenländischen Schwelle. Für günstige Bildungsbedingungen sorgte ein subtropisch-humides Klima, das die Erzeugung und Anhäufung von organischer Substanz als Ausgangsmaterial für die Entstehung der Kohle ermöglichte.

Gestützt auf die positive Bewertung des Raumes Bachselten-St. Michael, beschloß die Direktion der Geologischen Bundesanstalt, die kohlengeologische Erkundung auch auf das südlich anschließende Gebiet zwischen St. Michael und Jennersdorf auszudehnen, zumal aus der Umgebung von Jennersdorf einige Kohlenindikationen bekannt sind. Die Erkundungsarbeiten wurden im Rahmen des Forschungsprojektes BA 3/c/82 von den Bundesministerien für Handel, Gewerbe und Industrie sowie Wissenschaft und Forschung finanziert.

Regionalgeologisch und -geographisch läßt sich der Neogenraum zwischen St. Michael und Jennersdorf in zwei Gebiete unterteilen:

- das Güssinger Hügelland, und
- die Henndorfer Berge.

Die Grenze zwischen den beiden Neogengebieten verläuft entlang der Lafnitz (Abb. 1).

Da die Unterzeichnung des Arbeitsvertrages sowie die Projekt-Anzahlung spät erfolgte, konnte ich mit der Geländearbeit erst im Herbst vergangenen Jahres beginnen. Es war vorauszusehen, daß die Erkundung des vorgesehenen Neogenraumes im Jahre 1982 in seiner Gesamtheit nicht abgeschlossen werden konnte. Aus diesem Grund mußte ich die Erkundung auf den Südabschnitt des Gebietes (Henndorfer Berge) beschränken und die Erkundung des Nordabschnittes (Güssinger Hügelland) für das Jahr 1983 zurücklegen.

Die Henndorfer Berge nehmen den Südabschnitt des vorgesehenen Neogenraumes von St. Michael-Jennersdorf ein. Sie liegen zwischen dem Lafnitztal (im Norden) und dem Raabtal (im Süden) und erstrecken sich auf ein Areal von ca. 100 km², wovon rund 85 km² kohlengeologisch erkundet wurden (s. rot eingerahmtes Gebiet in Abb. 1). Das untersuchte Gebiet befindet sich zum überwiegenden Teil auf dem NW-Abschnitt des 1:50.000-er Kartenblattes 193 Jennersdorf und zu einem geringen Teil in der SW-Ecke des Kartenblattes 167 Güssing. Politisch gehört der westlich Abschnitt des Gebietes zur Steiermark, der Rest zum Burgenland (Abb. 1).

Als Arbeitsunterlage dienten topographische Karten im Maßstab 1:10.000. Sie wurden durch Vergrößerung entsprechender Kartenblätter 1:25.000 angefertigt.

Das untersuchte Gebiet ließ sich auf zwei geologischen Kartenblättern (1:10.000) darstellen. Die Blätter sind mit Nummern versehen und befinden sich im Anhang. Wird im Verlaufe dieses Berichtes speziell auf eines der Kartenblätter hingewiesen, so geschieht dies, indem die Nummer des betreffenden Blattes in Klammern gesetzt wird, z.B.: (2) bedeutet Kartenblatt 2.

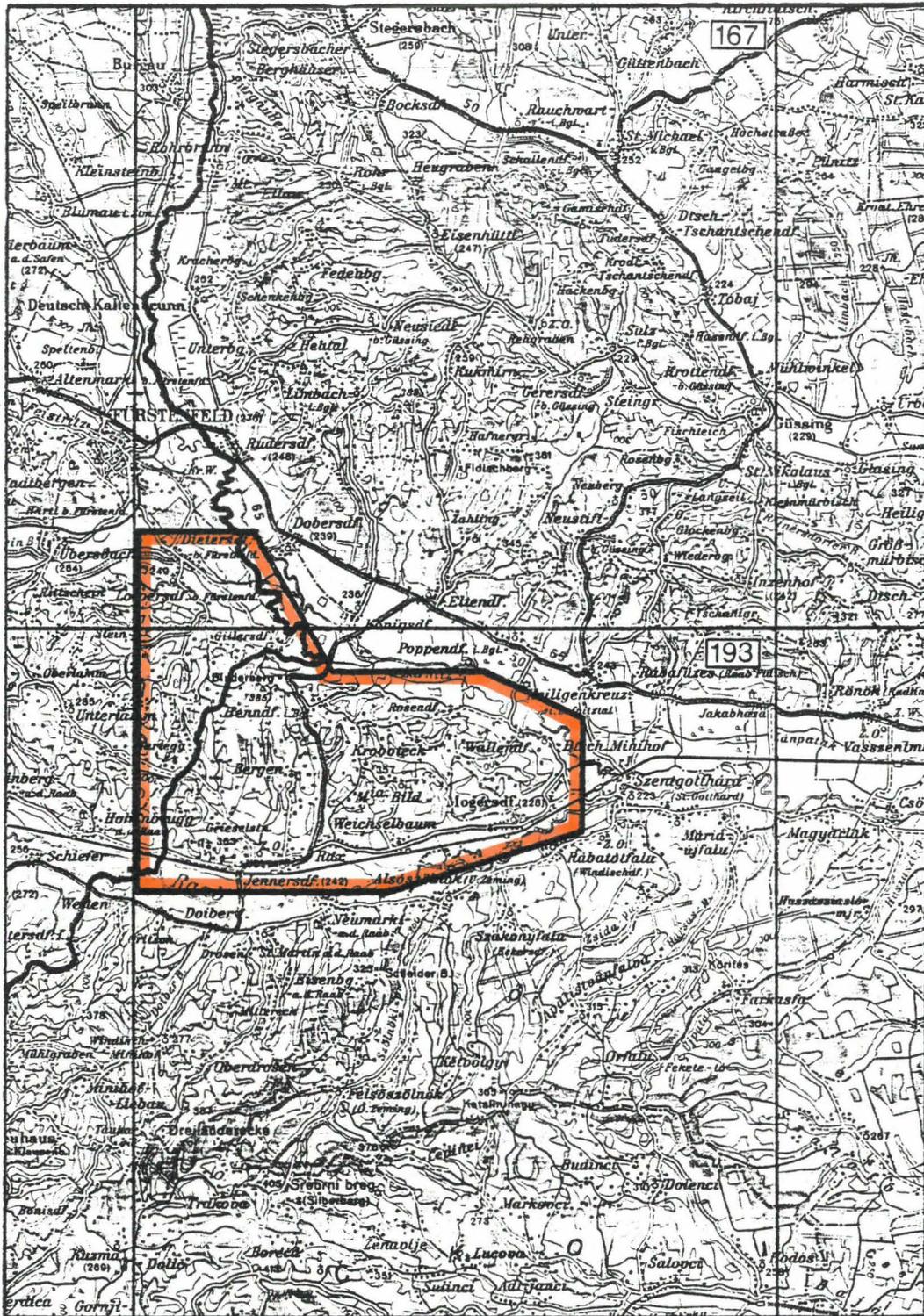


Abb. 1. Geographische Lage des untersuchten Gebietes der Henndorfer Berge (rot umrahmt). Nummern im Rechteck = topographische Kartenblätter 1:50.000.

Der Westabschnitt des Gebietes (1) führt eine größere Anzahl von natürlichen (z.B. Hangrutsche) und künstlichen Aufschlüssen (z.B. Sand- und Kiesgruben, Straßen- und Weganschnitte). Der Ostabschnitt ist relativ arm an guten Aufschlüssen. All diese Aufschlüsse gewährten einen guten Einblick in die lithologische Beschaffenheit der einzelnen lithostratigraphischen Glieder. Die Aufschlüsse sind auf den geologischen Kartenblättern eingetragen und mit Nummern versehen. Wird die Nummer eines Aufschlusses im Text dieses Berichtes angeführt, so folgt ihr in Klammern die Nummer des Kartenblattes, auf welchem der Aufschluß zu finden ist, z.B.: 27 (1) bedeutet, daß Aufschluß 27 sich auf Kartenblatt 1 befindet.

Alle Aufschlüsse wurden beprobt. Infolge der Steilheit der Aufschlußwand, war es jedoch bei besonders hohen Aufschlüssen nicht immer möglich, das gesamte, vom Aufschluß freigelegte Profil zu beproben. Die entnommenen Proben wurden sedimentologischen und mikropaläontologischen Untersuchungen zugeführt. Die Dokumentation der betreffenden Aufschlüsse erfolgte in Form von Profilen, Diagrammen und Fotos.

Sämtliche Sedimentproben für **S c h w e r m i n e - r a l u n t e r s u c h u n g e n** wurden im Laboratorium des Institutes für Geologie und Paläontologie der Universität Graz aufgeschlossen. Die Erlaubnis hierfür verdanke ich Herrn Prof. Dr. Helmut Flügel. Die Bestimmung und Auszählung der Schwerminerale in den angefertigten Streupräparaten übernahm dankenswerterweise Herr Dr. Karl Stattegger, Assistent am Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Graz.

Die **m i k r o p a l ä o n t o l o g - i s c h e n U n t e r s u c h u n g e n** wurden an der Geologischen Bundesanstalt in Wien vorgenommen. Leider waren sämtliche eingeschickten Proben steril.

Für die Typisierung einer ausgeschiedenen lithostratigraphischen Einheit bzw. eines Sedimentationszyklus und seiner Phasen wurden ein oder mehrere R e f e r e n z - a u f s c h l ü s s e (Hypolithostratotypen) herangezogen.

Von Seiten der Geologischen Bundesanstalt erhielten meine Arbeiten die größtmögliche Unterstützung, wofür ich Herrn Hofrat Prof. Dr. T. Gattinger, Direktor der Geologischen Bundesanstalt, ganz besonders zu Dank verpflichtet bin.

2. Geographische und regionalgeologische Lage des erkundeten Gebietes

Die Henndorfer Berge bilden ein Hügelland, das im Norden von der Alluvialebene der Lafnitz und der Feistritz, und im Süden von jener der Raab begrenzt wird. Die Höhen der einzelnen Rücken und Hügel liegen zwischen 320 m und 385 m Seehöhe (s. Kartenblätter 1 und 2).

Hauptentwässerungsader der Henndorfer Berge ist nicht die Lafnitz, sondern die Raab und der in sie einmündende Grieselbach (1). Diese einseitige, nach Süden ausgerichtete Entwässerung der Henndorfer Berge ist tektonisch bedingt. Die Fließrichtung der Raab und jene der Feistritz ist im Bereich der Henndorfer Berge von einer jungen Störungslinie vorgezeichnet. An ihr wurden die Henndorfer Berge als zusammenhängende Scholle leicht nach Süden gekippt. Dies verursachte einerseits die m o r p h o l o g i s c h e A s y m m e t r i e der Henndorfer Berge, deren N-S-Profil stets aus einer steilen und kurzen Nordflanke und einer flachen und längeren Südflanke besteht. Andererseits bedingte die Kippung die betont s ü d w ä r t s a u s g e r i c h t e t e E n t w ä s s e r u n g der Henndorfer

Scholle (1 und 2). Die südwärts fließenden Nebenbäche zerlegten die Henndorfer Scholle morphologisch in einzelne N - S ausgerichtete Bergrücken.

Lediglich in der nordwestlichen Ecke des untersuchten Gebietes (1) führen der Steinbach, der Edelbach und der Rehgraben ihr Wasser dem Rittscheibach zu. Letzterer mündet weiter östlich in die Lafnitz (Abb. 1).

Regionalgeologisch gehört das untersuchte Gebiet zum O s t s t e i r i s c h e n B e c k e n , speziell zum F ü r s t e n f e l d e r B e c k e n Mit seinen relativ jungen Sedimenten stellt es gewissermaßen die geologische Verbindung zum nachbarlichen P a n n o n i s c h e n B e k - k e n her.

3. Bemerkungen zu den Schwermineraluntersuchungen und zur Nomenklatur der untersuchten Sedimente

Die Erkenntnis, daß die Kohle als Faziesglied innerhalb eines Sedimentationszyklus auftritt (K. NEBERT 1983a und 1983b), diente in den letzten Jahren zunehmend als Arbeitsgrundlage für die Erkundungsstrategie kohlenhöffiger Neogenräume Österreichs.

Die zyklische Gliederung der kohleführenden neogenen Formationen äußert sich zunächst in einer Abnahme der Korngröße der Sedimente in zeitlicher Richtung. Die lithologische Analyse ergab eine bestimmte F a z i e s f o l g e Jeder Zyklus beginnt mit grobklastischen Sedimenten: Blockschutt, Basalschotter, Kies und Grobsand. Dieser Abschnitt würde einer f l u v i a t i l e n P h a s e entsprechen. In vertikaler Richtung geht der Grobsand in Feinsand, Tegel und Ton über, womit eine f l u v i a t i l - l i m - n i s c h e P h a s e definiert werden kann. Sie stellt

den Übergang zur limnischen Phase her, während welcher Ton, Tegel, Mergel und Kalkstein zur Ablagerung gelangen. Bei Vorhandensein eines geeigneten Bildungsraumes und günstigen Bildungsbedingungen kann innerhalb der fluviatil-limnischen Phase Kohle entstehen. Die Bildung der Kohle erfolgt dann während einer telmatischen Phase (Telma = Moor, Sumpf, griechisch).

Ferner ließ sich nachweisen (K. NEBERT 1983a und 1983b), daß parallel zu diesem lithologisch-faziellen Phasenwechsel auch ein Wandel in der Zusammensetzung der Schwermineralassoziation innerhalb der Sedimente eines Sedimentationszyklus stattfindet. Die fluviatile Phase ist durch einen dominierenden Granatgehalt charakterisiert. Oft besteht die Schwermineralassoziation bis über 90% aus Granatkörnern. Man kann somit auch von einer Granat-Phase sprechen. In den Histogrammen der Sedimente der fluviatil-limnischen Phase besteht das Schwermineralmaximum aus Granat und aus Epidot, deshalb auch die Bezeichnung Granat-Epidot-Phase. Sie beginnt bei einem GR/EP-Verhältnis von 3,78 und endet bei einem GR/EP-Verhältnis von 0,25. Ist das Verhältnis größer als 3,78, dann gehört die Sedimentprobe der Granat- bzw. der fluviatilen Phase an, ist es kleiner als 0,25, wird die betreffende Probe der limnischen Phase zugeordnet. Im letzteren Fall besteht das dominierende Maximum im Schwermineralhistogramm aus Epidot (bis über 80%), wodurch die limnische Phase auch als Epidot-Phase bezeichnet werden kann. Hierbei können die chemisch resistenten Schwerminerale Turmalin, Zirkon und Rutil ein kleines Nebenmaximum bilden. Auch nimmt im Schwermineralspektrum der opake Anteil merklich zu. Die angegebenen Werte der GR/EP-Verhältnisse wurden empirisch ermittelt (K. NEBERT 1983 b).

Es läßt sich somit eine Gesetzmäßigkeit im Ablauf eines Sedimentationszyklus erkennen. Sie äußert

sich in einem Phasenwechsel, der durch die Korngröße und durch die Zusammensetzung des Schwermineralgehaltes der abgelagerten Sedimente bestimmt wird. In der Korngröße hat sich die orographische Beschaffenheit des Reliefs des Liefergebietes bzw. Einzugsgebietes sowie bis zu einem gewissen Grad die Länge des Transportweges abgebildet. Die Schwermineralassoziation spiegelt den Verwitterungsgrad des Liefermaterials wider.

Es ließ sich statistisch nachweisen (K. NEBERT 1983b), daß der Charakter und die Zusammensetzung einer Schwermineralvergesellschaftung primär durch selektive Verwitterung im Liefergebiet bestimmt wird. Während des Transports kommt es zusätzlich zu einer selektiven Auslese, wobei Mineralien mit einer geringen mechanischen Resistenz (wie z.B. die transportanfällige Hornblende) aus dem Schwermineralspektrum allmählich verschwinden. Unter gewissen Bedingungen kann es auch im Ablagerungsraum unter dem Einfluß einer selektiven chemischen Einwirkung zu sekundären Änderungen im Schwermineralgehalt eines Sediments kommen.

Der Ablauf eines Sedimentationszyklus wird durch tektonische Vorgänge und durch klimatische Einwirkungen im Liefergebiet (Alimentationsgebiet, Einzugsgebiet) bestimmt (K. NEBERT 1983a). Der Beginn eines Sedimentationszyklus ist an eine Hochschaltung des Liefergebietes geknüpft. Sie schafft ein akzentuiertes Relief und legt riesige, unverwitterte Gesteinsmassen frei. Infolgedessen umfaßt die fluviatile Phase grobklastische Sedimente, die ihrem Charakter nach als "frisch", d.h. unverwittert bezeichnet werden können und die bei heftiger bis rascher Wasserbewegung in den Ablagerungsraum geschwemmt wurden. Dies würde auch den ursprünglich hohen Gehalt des ansonsten äußerst verwitterungsanfälligen Granat erklären (fluviatile Phase = Granat-Phase).

Während der limnischen Phase hatte das Liefergebiet bereits ein hügelig-welliges bis flaches Relief und stand unter der anhaltenden Einwirkung eines feucht-warmen Klimas, demzufolge die entblößten Gesteine einer tiefgreifenden Verwitterung ausgesetzt waren. Sie änderte selektiv die Zusammensetzung des Schwermineralgehaltes: Der verwitterungs-empfindliche Granat wurde weitgehend zerstört und in sekundäre, opake Fe-Mineralien umgewandelt. Dadurch erfuhr der verwitterungsresistentere Epidot eine relative Anreicherung, die zu einem dominierenden Epidot-Maximum führte (limnische Phase = Epidot-Phase). Gleichzeitig nahmen die extrem resistenten Mineralien (Turmalin, Zirkon und Rutil) sowie die opaken Körner merklich zu. Der Transport dieses verwitterten Materials erfolgte suspendiert bei mäßiger bis langsamer Wasserbewegung. Daher der feinkörnige Charakter der Sedimente, die während der limnischen Phase abgelagert wurden und die aufgrund ihres Schwermineralgehaltes als weniger "frisch" anzusprechen wären.

Während der fluviatil-limnischen Phase (= Granat-Epidot-Phase) hatte das Relief des Alimentationsgebietes einen intermediären orographischen Charakter. Sowohl frisches als auch verwittertes Liefermaterial gelangte in den Sedimentationsraum. Die abgelagerten Sedimente enthalten eine Schwermineralassoziaton, in deren Zusammensetzung Granat und Epidot ein gemeinsames Maximum bilden (K. NEBERT 1983a).

Diese Deutung ist der Versuch einer Erklärung, warum parallel zum faziell-lithologischen Wandel des Sedimentgehaltes eines Sedimentationszyklus auch ein scheinbar gesetzmäßiger Wandel in der Zusammensetzung des Schwermineralgehaltes verläuft.

Bei der Herausarbeitung von Sedimentationszyklen kann infolgedessen neben der lithofaziellen Analyse mit Erfolg auch die Schwermineralanalyse eingesetzt werden. Mit anderen Worten: Zur Typisierung der einzelnen Phasen eines Sedimentationszyklus sollte auch die Schwermineralanalyse herangezogen werden.

Aus dem erkundeten Gebiet wurden insgesamt 109 Sedimentproben auf ihren Schwermineralgehalt untersucht. Es handelt sich hierbei durchwegs um Schlitzproben, die Tagesaufschlüssen entnommen und auf 1 - 2 kg herabgeviertelt wurden. In der Regel betrug die Beprobungsspanne mindestens 1 m. In den Profilen der Referenzaufschlüsse ist die Beprobungsspanne entsprechend eingezeichnet.

Die einzelnen Proben wurden auf nassem Weg geschlämmt. Aus der Kornfraktion 0,045-0,250 mm wurden die Schwerminerale im Scheidetrichter mit Hilfe von 1,1,2,2-Tetrabromäthan ($D = 2,96$) abgetrennt. Mit den isolierten Schwermineralen wurde ein Streupräparat angefertigt. Die Einbettung der Schwerminerale erfolgte in Bromnaphthalin^{h/}.

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

Die U r l i s t e n der ausgezählten Schwermineralkörner sind tabellarisch angelegt und befinden sich im Anhang dieses Berichtes.

Die Analyseergebnisse der Schwermineraluntersuchungen gelangten in Form von Histogrammen (Häufigkeitsdiagrammen) zur Darstellung. Im Histogramm sind die durchsichtigen Schwerminerale nach ihrer physikalischen und chemischen Resistenz gereiht. Auf diese Art ergibt sich eine S t a b i l i t ä t s r e i h e. Im linken Teil des Histogramms erscheinen die chemisch-physikalisch instabilen, demnach leicht verwitterbaren und z.T. transportanfälligen Schwerminerale, gereiht nach ihrem Stabilitätsgrad: Apatit (AP), Hornblende (HB) und Granat (GR). Der rechte Teil des Histogramms enthält Schwerminerale mit einer hohen bis extrem hohen chemisch-physikalischen Resistenz, nämlich die verwitterungsstabilen Minerale: Turmalin (TU), Zirkon (ZI) und Rutil (RU). Dazwischen liegen die Schwerminerale mit einer intermediären Resistenz: Epidot +

Klinozoisit (EP), Chloritoid (CD), Staurolith (ST), Disthen (DI) und Titanit (TI).

Auch das Verhältnis "opake Mineralien:durchsichtige Mineralien" kann für die Typisierung einer Schwermineralassoziation herangezogen werden. Es wird in Form eines Balkens unter dem Histogramm angebracht. Schwarz kennzeichnet den opaken, weiß den durchsichtigen Anteil.

Abb. 2 zeigt die Schwermineral-Histogramme von 5 Sedimentproben, die dem Referenzaufschluß 12 (1) entnommen wurden. Histogramm e charakterisiert die Schwermineralassoziation eines quartären Terrassenlehms. Das betreffende Histogramm besitzt ein markantes EP-Hauptmaximum (EP 62,7%) und ein deutliches Nebenmaximum aus den extrem resistenten Mineralien (TU + ZI + RU = 16,1%). Die Mineralien mit einer niedrigen chemischen Resistenz (AP, HB und GR) sind minimal vertreten. Auffallend ist ferner gegenüber den anderen Histogrammen (a - d) der relativ hohe Anteil (38,4%) von opaken Mineralien. Histogramm e läßt folgende Deutung zu: Der betreffende quartäre Terrassenlehm besteht aus einem angeschwemmten Material, das eine längere Zeit einem intensiven Verwitterungsprozeß im Liefergebiet ausgesetzt war. Die selektive Verwitterung verursachte noch im Liefergebiet die sekundäre (relative) Anreicherung des resistenteren Epidots (EP) und der extrem resistenten Mineralien (TU, ZI und RU). Wir können das Liefermaterial als "nicht frisch" typisieren. Der erhöhte Anteil an opaken Mineralien würde diese Deutung bekräftigen, denn er entstand, desgleichen sekundär, durch eine tiefgreifende Zersetzung des Granats (K. NEBERT 1983b).

Demgegenüber wäre das Material der übrigen vier Proben als "frisch" zu bezeichnen, denn der verwitterungsanfällige GR bildet in den Histogrammen dominierende Maxima (66% - 81%). Ferner sind die verwitterungsstabilen Mineralien (EP, TU, ZI und RU) nicht angereichert. Und schließlich ist der opake Anteil dieser vier Histogramme betont niedriger als

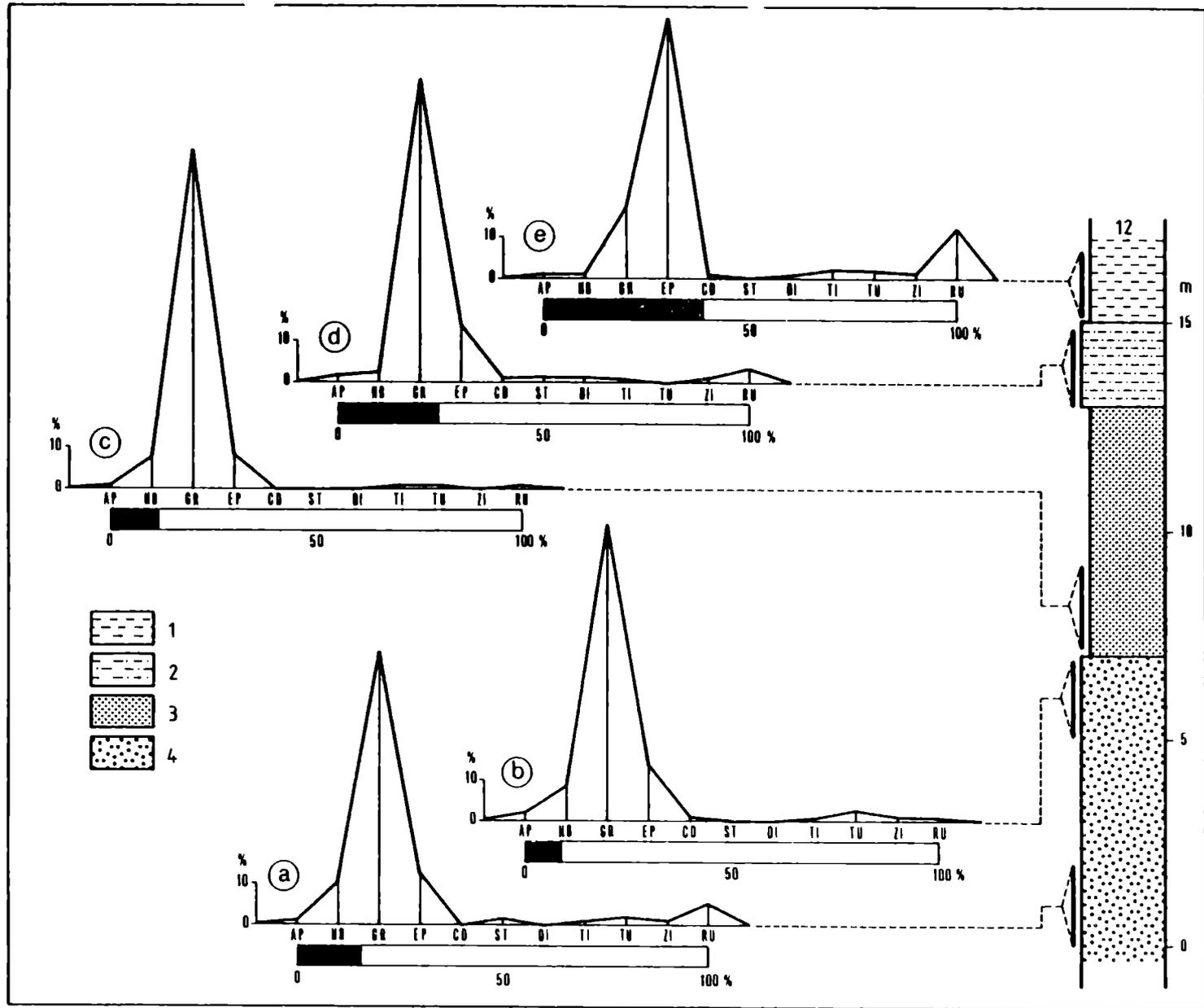


Abb. 2. Referenzaufschluß 12 (1). 1=quartärer Terrassenlehm; 2=grauer Tegel; 3=kreuzgeschichteter, grauer, mittelkörniger Sand; 4=kreuzgeschichteter, erbsen- bis haselnußgroßer Kleinschotter.

jener des Histogramms e, was desgleichen für ein unverwittertes, frisches Sedimentmaterial spricht.

Die feldgeologische Nomenklatur der klastischen Gesteine beruhte auf einer visuellen Schätzung ihrer Korngröße. Dabei wurden folgende Bezeichnungen nach abnehmender Korngröße verwendet: Grobschotter, mittlerer Schotter, Kleinschotter, Grobsand, mittelkörniger Sand, Feinsand (bzw. Mehlsand), Tegel und Ton. Grobschotter und Schotter entsprechen etwa der Bezeichnung "Steine" nach DIN 4022 bzw. "cobble" nach der Wentworth-Skala. Der mittelkörnige Schotter wäre ein "Grobkies" bzw. ein "very coarse gravel". Der Kleinschotter wäre einem "mittel- bis feinkörnigem Kies" bzw. einem "pebble" gleichzustellen. Die Benennung der Sande erfolgte nach DIN 4022. Die Bezeichnung "Tegel" entspricht einem feinsandigen Ton. Bei Schottern wird die Größe der Klaster stets mit bekannten Größen verglichen: erbsengroß, haselnußgroß, walnußgroß, taubeneigroß, hühnereigroß, faustgroß etc.

4. Gesteinsbestand der Henndorfer Berge

Bis auf unbedeutende quartäre Terrassenablagerungen werden die Henndorfer Berge ausschließlich aus einem Komplex sich wechsellagernder Kleinschotter und Sande aufgebaut. Kleinschotter und Sande gehören den J e n n e r s d o r f e r S c h i c h t e n an. Die Bezeichnung "Schichten von Jennersdorf" oder "Blaugrüne Serie" wurde von K. KOLLMANN (1965:599) für eine tonig-sandige Sedimentfolge eingeführt, die im Gebiet der steirisch-burgenländischen Grenze über dem sogenannten Taborer Schotter auftritt. Eine eingehendere lithostratigraphische Typisierung fehlt.

Im erkundeten Gebiet treten somit die Sedimente der Jennersdorfer Schichten sowie quartäre Terrassenablagerungen auf.

4.1. Jennersdorfer Schichten

Trotz der relativ vielen und guten Aufschlüsse war es nicht möglich, auf rein lithologischer Basis eine stratigraphische Ordnung für den Sand- und Schotterkomplex der Jennersdorfer Schichten herbeizuführen. Infolgedessen strebte ich eine lithostratigraphische Gliederung mit Hilfe der Ergebnisse der Schwermineraluntersuchungen an. Sie sollte ausschließlich auf dem durch die Zusammensetzung der Schwermineralassoziationen geprägten Phasenwechsel eines Sedimentationszyklus beruhen. Mit anderen Worten: Ich versuchte die im Sand- und Schotterkomplex der Jennersdorfer Schichten enthaltenen Sedimentationszyklen mit Hilfe der Schwermineralassoziationen bzw. Schwermineralphasen herauszuarbeiten, zu definieren und kartenmäßig auszuscheiden.

Zu diesem Zweck wurden in einer Grafik (Abb. 3) sämtliche beprobten Aufschlüsse nach ihrer Höhenlage (Seehöhe) eingetragen, wobei als Bezugspunkt jeweils die Aufschlußbasis gewählt wurde. Des Weiteren wurden in der Grafik für jeden Aufschluß die auf Grund der Schwermineralanalysen gefundenen Phasen angegeben: schwarze Ringlein (Abb. 3, a) = Granat-Phase; halbschwarze-halbweiße Ringlein (b) = Granat-Epidot-Phase; und weiße Ringlein (c) = Epidot-Phase. Die meisten Aufschlüsse präsentieren nur eine der drei Phasen. Etliche Aufschlüsse enthielten indessen auch zwei, manche sogar drei Schwermineralphasen.

Die graphische Darstellung in Abb. 3 brachte insofern eine stratigraphische Ordnung in den Sand- und Schotterkomplex der Jennersdorfer Schichten, als sich deutlich fünf Sedimentationszyklen mit ihren drei charakteristischen Schwermineralphasen abgrenzen ließen. Die fünf Sedimentationszyklen wurden nach ihrer Höhenlage wie folgt von oben nach unten benannt:

- Zyklus 350 - 370 m
- Zyklus 330 - 350 m
- Zyklus 290 - 330 m
- Zyklus 275 - 290 m
- Zyklus 240 - 275 m

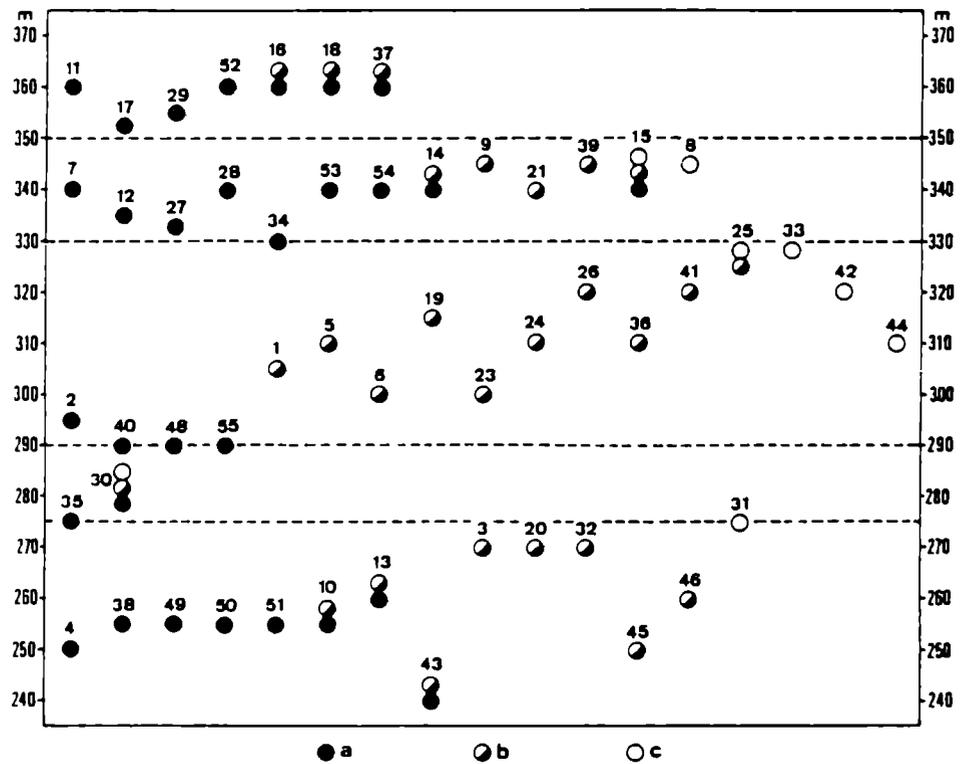


Abb. 3. Höhenlage aller beprobten Aufschlüsse der Jennersdorfer Schichten. Jeder Aufschluß führt seine Nummer. a=Grant-Phase; b=Granat-Epidot-Phase; c=Epidot-Phase. Auf der Senkrechten ist die Seehöhe aufgetragen.

Die beiden untersten Zyklen (240-275 m und 275-290 m) wurden auf der geologischen Karte gemeinsam und mit gleicher Farbsignatur ausgeschieden.

Die angeführten fünf Zyklen sollen nun im folgenden etwas eingehender besprochen werden.

4.1.1. Zyklus 240 - 275 m

Sedimentationszyklus 240-275 m ist im Gebiet der Hennendorfer Berge der unterste bzw. der älteste Zyklus der Jennersdorfer Schichten. Er liegt vermutlich über der kohleführenden Schichtfolge (op_2), worüber im montangeologischen Abschnitt noch zu berichten wäre. Seine Mächtigkeit beträgt rund 35 m. Auf der geologischen Karte wurde seine Unterkante entlang der 240-m-Isohypse, seine Oberkante entlang der 275-m-Isohypse gezogen. Diese Grenzziehung ist konventionell und kann Abweichungen von ± 5 m enthalten. Die Grenzziehung entlang den topographischen Isohypsen ergibt sich aus der horizontalen Lagerung der Jennersdorfer Schichten.

Für die Granat-Phase wurde als Referenzprofil Aufschluß 51 (1) gewählt. Es handelt sich hierbei um eine ca. 9 m hohe und 50 m breite, aufgelassene Sandgrube (Abb. 4), bei der im unteren Abschnitt ein etwa 5 m mächtiger, diagonalgeschichteter Kleinschotter freigelegt wurde. Erbsen- bis baselnußgroße Quarzklasten, in einer sandigen Matrix, setzen den Schotter zusammen. Nach oben geht der Kleinschotter in einen rostbraunen Grobsand über, der mit Kleinschotter-Schnüren und -Lagen durchsetzt ist. Der Grobsand ist desgleichen diagonalgeschichtet. Über dem Grobsand folgt ein fester, ungeschichteter, gelblich gefärbter, feinkörniger Sand (Mehlsand). Ein gelblich verwitternder, geschichteter Tegel nimmt den oberen Abschnitt des Aufschlusses ein. Für die Schwermineraluntersuchungen wurde je eine Probe dem

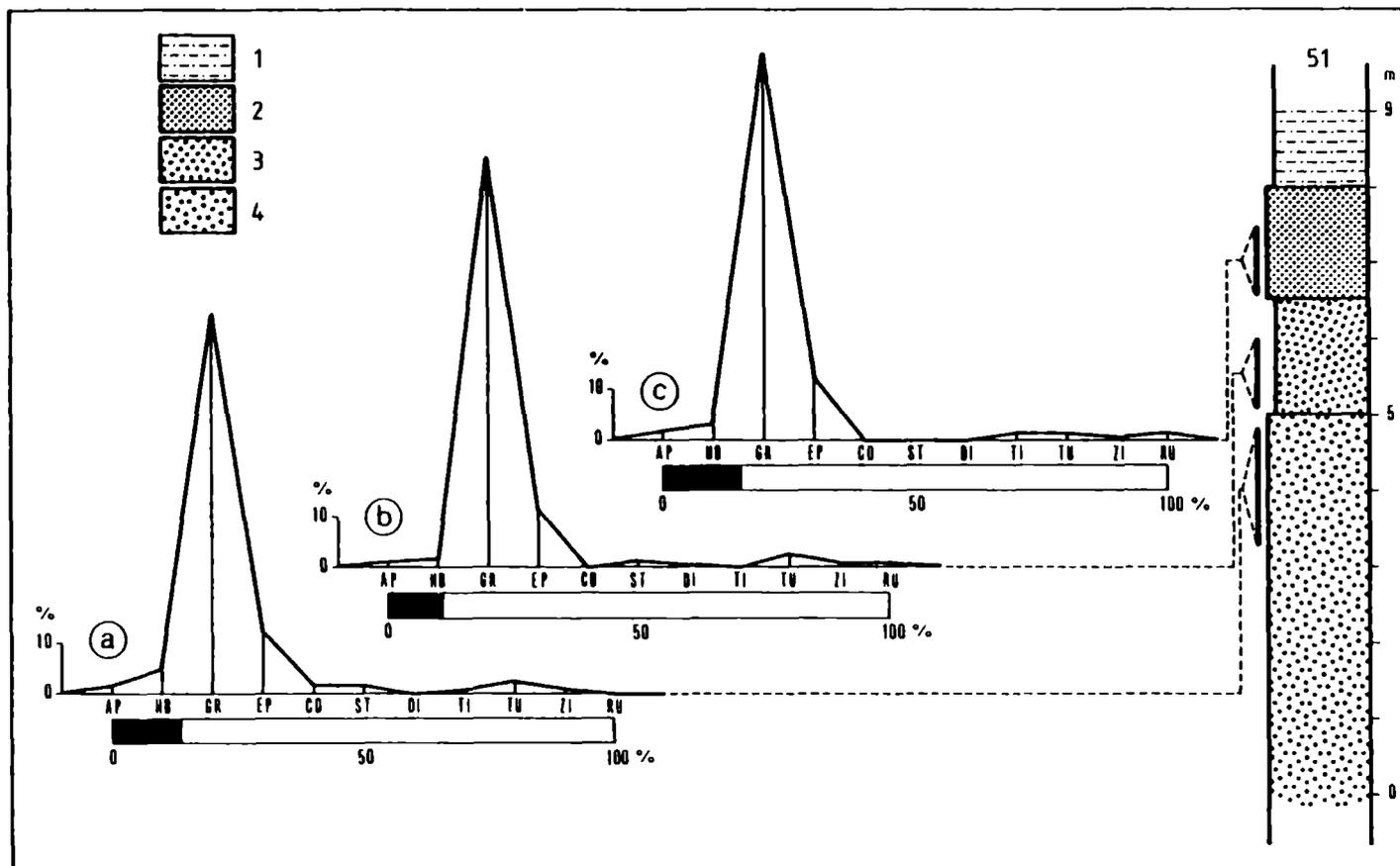


Abb. 4. Referenzaufschluß 51 (1). 1=Tegel; 2=gelber, feinkörniger Sand (Mehlsand); 3=mittel- bis grobkörniger Sand mit einzelnen Kleinschotterlagen; 4=diagonalgeschichteter Kleinschotter.

Kleinschotter (Abb. 4, a), dem Grobsand (b) und dem Feinsand (c) entnommen. Der Tegel ließ sich wegen der Steilheit der Aufschlußwand nicht beproben. Alle drei Proben ergaben eine Schwermineralzusammensetzung, die charakteristisch für die Granat-Phase ist: ein dominierendes GR-Maximum (GR 75% - 81%, vgl. Tabelle 1 im Anhang), das GR/EP-Verhältnis liegt zwischen 6,03 - 7,31, ein äußerst minimaler Anteil der resistenten Mineralien (TU, ZI und RU), sowie ein geringer opaker Anteil (11% - 15%).

Die Diagonalschichtung der grobkörnigen Sedimente spiegelt zweifelsohne ihren fluviatilen Charakter wider. Infolgedessen würde sich in den untersuchten Sedimentproben die Granat-Phase mit der fluviatilen Phase decken. Vermutlich ist ein *S e d i m e n t a t i o n s r h y t h m u s* im Aufschluß 51 freigelegt. Er beginnt mit einem grobkörnigeren Sedimentmaterial (Kleinschotter) und endet mit Tegel. Seine Mächtigkeit dürfte etwa 10 m betragen.

Eine ähnliche lithologische Beschaffenheit mit einem für die Granat-Phase charakteristischen Schwermineral-Histogramm zeigen die Aufschlüsse 4 (1), 38 (2), 49 (1) und 50 (1). (Vgl. Tabelle 1.) Sie alle enthalten grobkörnige und diagonalgeschichtete Klastika.

Referenzaufschluß 43 (2), eine aufgelassene Sandgrube, ist insofern interessant, als in ihm zwei Sedimentationsrhythmen freigelegt sind (Abb. 5). Der obere Abschnitt des unteren Rhythmus ist mit Feinsand und Tegel vertreten, wohingegen der untere Abschnitt des darüberliegenden Rhythmus Kleinschotter und Grobsand enthält. In ihrer Gesamtheit zeigt die Schichtfolge des Aufschlusses eine Übergangstendenz zur Granat-Epidot-Phase, denn einzelne Schichtglieder enthalten eine Schwermineralassoziation, die leicht über der Grenze der Granat-Phase (GR/EP = 3,78) liegt, z. B. Probe 43/b mit GR/EP = 3,65, und Probe 43/d mit GR/EP = 3,56). Schotter und Grobsand zeigen eine ausgeprägte Diagonalschichtung (Abb. 6). Ähnliche lithologische Verhältnisse mit entsprechenden Schwermineralassoziationen liegen in den Aufschlüssen 10 (1) und 13 (1) vor (vgl. Tabelle 1).

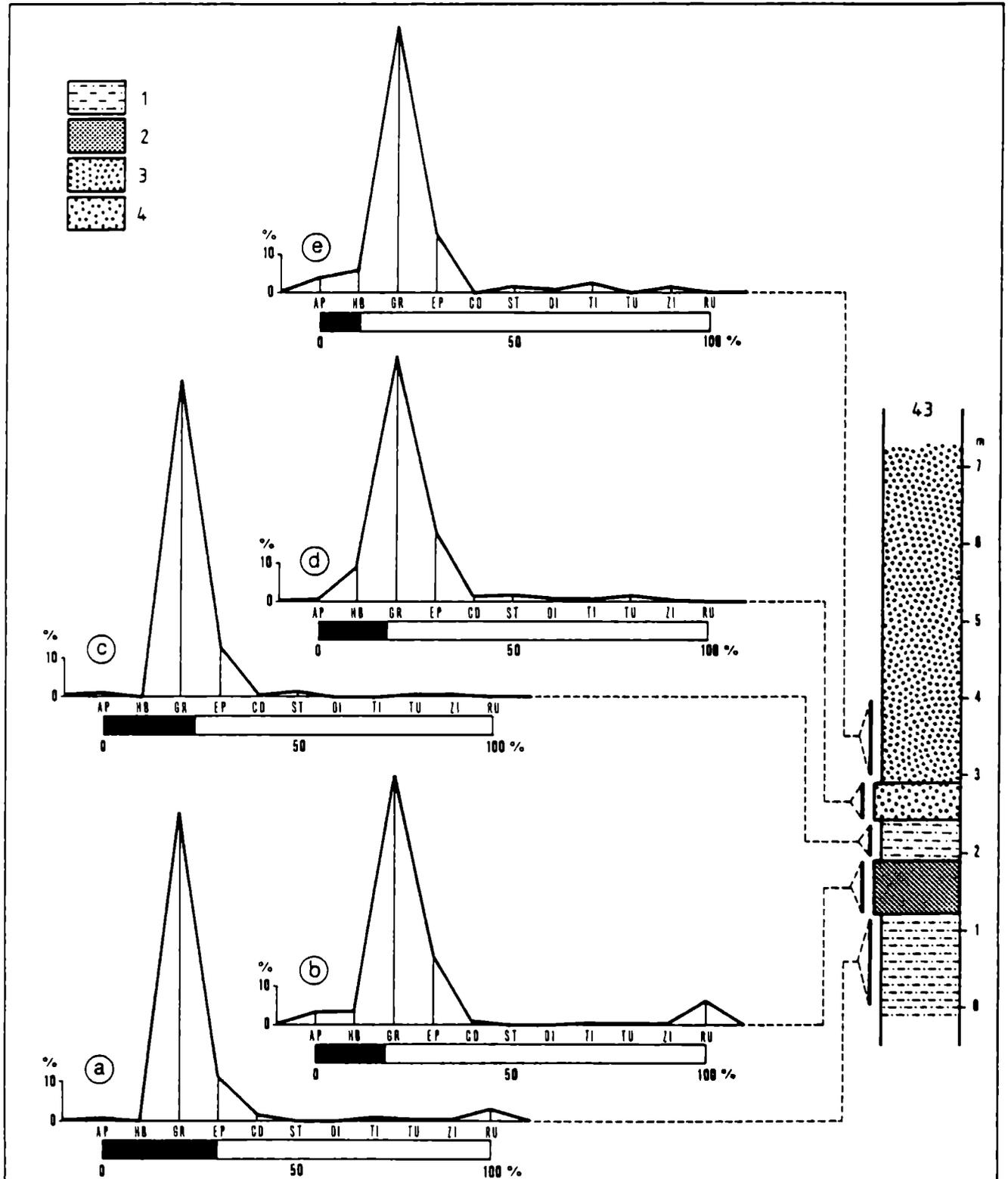


Abb. 5. Referenzaufschluß 43 (2). 1=bläulich-grauer Tegel; 2=gelber, feinkörniger Sand; 3=diagonalgeschichteter Grobsand; 4=Kleinschotter.

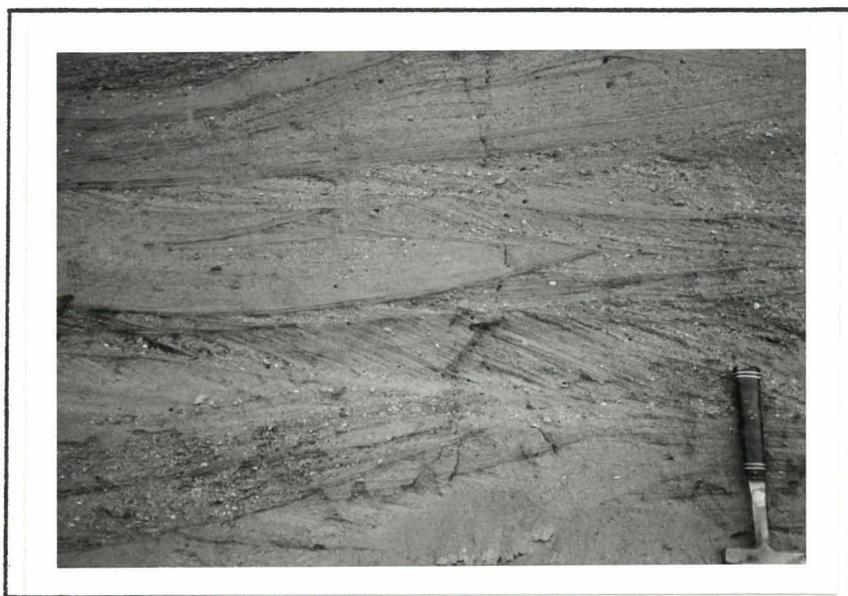


Abb. 6. Referenzaufschluß 43 (2). Diagonalgeschichteter Grobsand (vgl. 3 in Abb. 5). Hammerlänge = 32 cm.

Die große Sandgrube 46 (2) bei Deutsch Minihof möge als Referenzprofil (Abb. 7) für die Granat-Epidot-Phase dienen. In ihr sind diagonalgeschichtete, graue Grobsande mit cm-dünnen Kleinschotterlagen zu sehen. Wegen der Steilheit der Aufschlußwand (Abb. 8) ließ sich nur der untere Abschnitt des Profils mit zwei Proben belegen. Beide Proben lieferten ein für die Granat-Epidot-Phase charakteristisches Schwermineral-Histogramm (Diagramm a und b, Abb. 7) mit einem Maximum, das aus GR und EP aufgebaut ist.

In dieses Niveau gehören noch die Aufschlüsse 20 (1), 32 (1) und 45 (2), (vgl. Tabelle 1 im Anhang). Die Mehlsande der Probe 3 (1) enthalten eine Schwermineralassoziation (vgl. Tabelle 1), deren Zusammensetzung (GR/EP = 0,25) im Grenzbereich zur limnischen Phase liegt.

Die Epidot-Phase ist mit Probe 31 (1) vertreten. Es handelt sich hierbei um einen gelben Sand, der einem Güterweganschnitt entnommen wurde. Kennzeichnend für die Schwermineralzusammensetzung ist der dominierende EP-Gehalt (72,2%), der reduzierte GR-Gehalt (3,1%), der erhöhte Gehalt an extrem resistenten Mineralien (TU + RU = 15,4%), sowie der Anstieg der opaken Körner (38,0%) (vgl. Tabelle 1).

Hinsichtlich ihrer Zusammensetzung macht die Schwermineralassoziation innerhalb des Zyklus 240-275 m in vertikaler Richtung einen deutlichen Wandel mit. Von 240 m bis etwa 255 m Seehöhe enthalten, bis auf wenige Ausnahmen (43 a und 45), alle Sedimentproben ein Schwermineralspektrum, das der Granat-Phase angehört (vgl. Abb. 3). Die Granat-Epidot-Phase reicht von 255 bis 270 m. Von 270 m bis 275 m Seehöhe wäre die Epidot-Phase (mit der Probe 31) vertreten. Die lithologische Faziesanalyse der Sedimente spricht für eine r h y t h m i s c h e A b l a g e r u n g der Sedimente. Ein R h y t h m u s wird durch die Abnahme der Korngröße der Sedimente in vertikaler Richtung bestimmt: Kleinschotter - Grobsand - Feinsand - Tegel. Seine Mächtigkeit liegt zwischen 8 m und 10 m. Der Sedimentationszyklus 240-275 m würde somit etwa 3 Sedimentationsrhythmen enthalten.

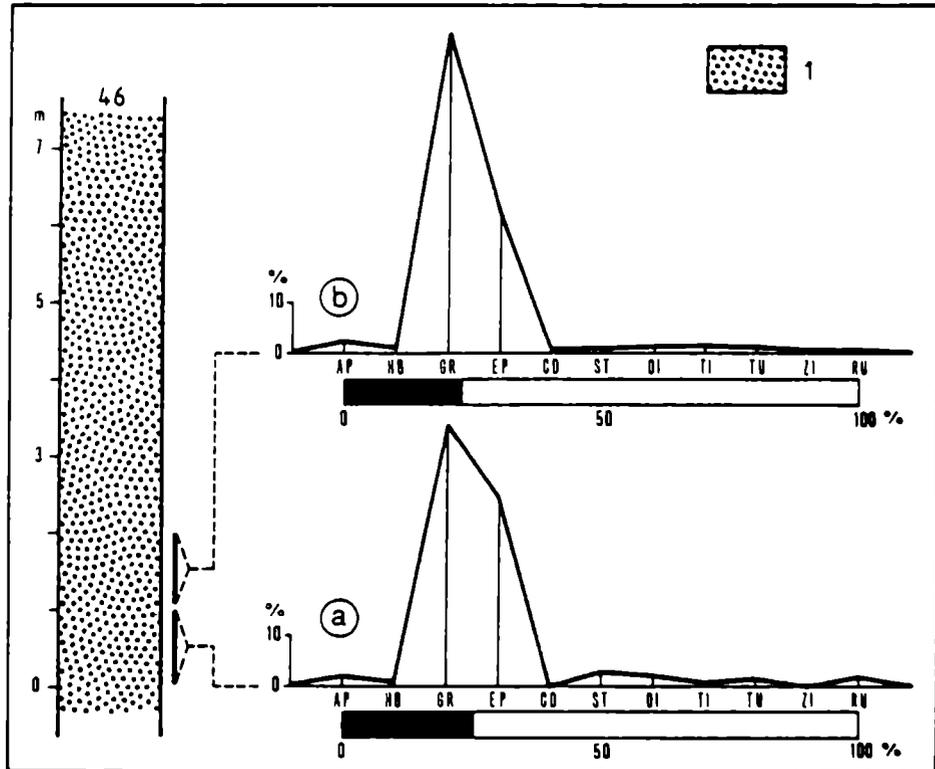


Abb. 7. Referenzaufschluß 46 (2). 1=diagonalgeschichteter Grobsand mit cm-dünnen Kleinschotterlagen.

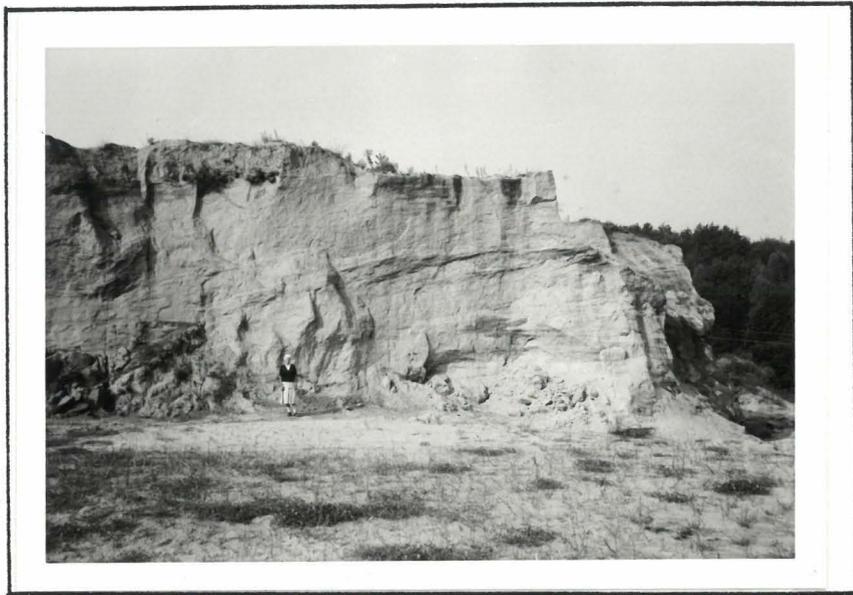


Abb. 8. Sandgrube (Referenzprofil 46)
bei Deutsch Minihof (2).

Der Phasenwandel der Schwermineralassoziation äußert sich in den Sedimenten im Granat- und Epidot-Gehalt. Der Zyklus beginnt mit der Ablagerung von frischem, unverwittertem Sedimentmaterial, in welchem GR prozentuell die Übermacht hat und damit die Granat-Phase definiert. In der Granat-Epidot-Phase haben GR und EP gemeinsam die Übermacht. Die Phase beginnt bei einem GR/EP-Verhältnis von 3,78 und reicht bis zu einem GR/EP-Verhältnis von 0,25. Alle GR/EP-Werte, die geringer als 0,25 sind, gehören der Epidot-Phase an und sind typisch für ein weniger frisches Liefermaterial.

Diese Beziehung zwischen GR und EP geht deutlich aus einer Funktionsgrafik (Abb. 9) hervor. In einem rechtwinkligen Koordinatensystem sind auf der Ordinate die Prozentwerte des EP, auf der Abszisse jene des GR aufgetragen. Die untersuchten Proben zeigen zwar ein Streuung, doch ist die lineare Abhängigkeit zwischen EP und GR eindeutig erkennbar. Jene Proben, die nur wenig HB enthielten sind durch volle Ringlein dargestellt. Ein größerer HB-Gehalt (Proben mit offenen Ringlein) flacht die Funktionsgerade ab.

In analoger Weise läßt sich mit Hilfe eines Koordinatensystems eine funktionelle Beziehung zwischen dem GR-Gehalt und dem opaken Anteil einerseits, sowie andererseits zwischen den extrem resistenten Schwermineralien (TU + ZI + RU) und dem opaken Anteil einer Sedimentprobe herstellen. Der linke Abschnitt in Abb. 10 bezieht sich auf Zyklus 240-275 m. Die obere Grafik zeigt eine exponentiale Abnahme des GR bezogen auf den opaken Gehalt der Proben. Später soll gezeigt werden, daß die opake Anreicherung durch die Zerstörung des GR bedingt ist. In der unteren Grafik wird die exponentiale Zunahme der resistenten Mineralien (TU + ZI + RU) mit der Zunahme des opaken Anteils in Verbindung gebracht. Auch diese Beziehung soll später erörtert werden. Sämtliche 27 Proben des Zyklus 240-275 m (vgl. Tabelle 1) wurden für die Grafik herangezogen.

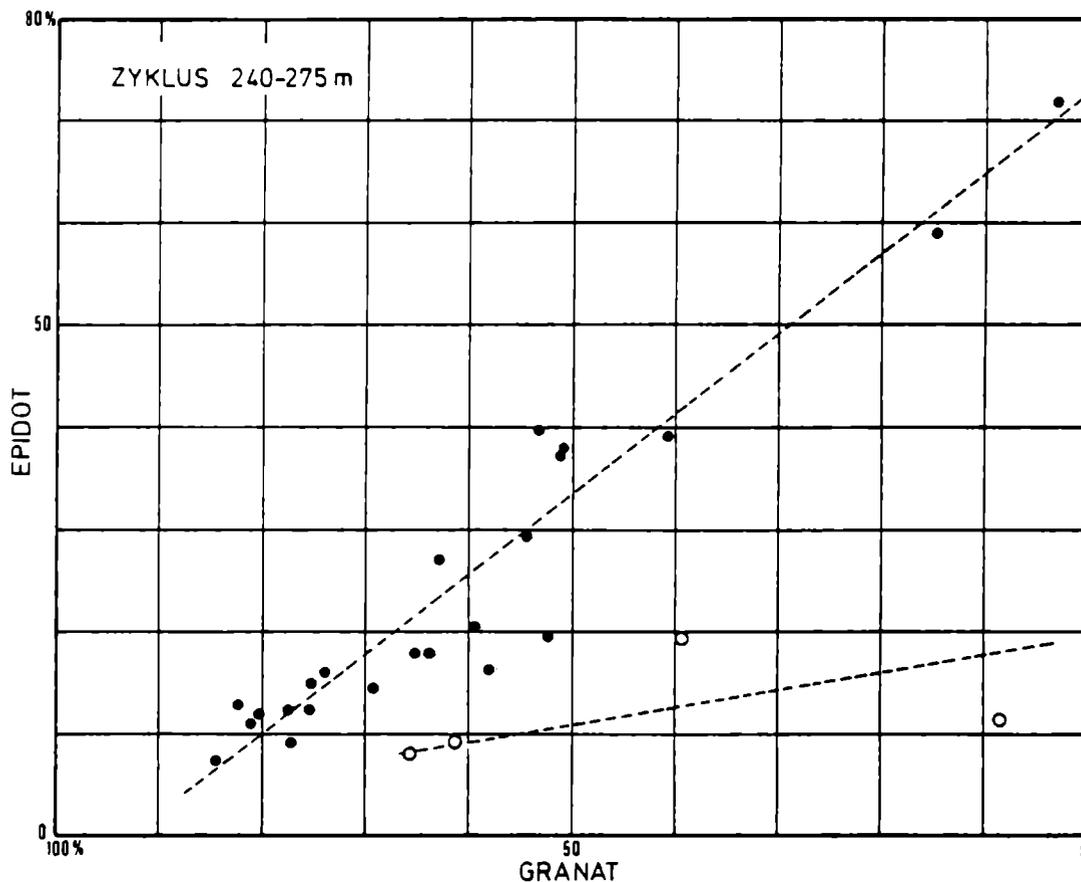


Abb. 9. Lineare Beziehung zwischen der GR-Abnahme und der EP-Zunahme in den Sedimentproben des Zyklus 240-275 m. Volle Ringlein = Proben mit wenig HB; leere Ringlein = Proben mit viel HB.

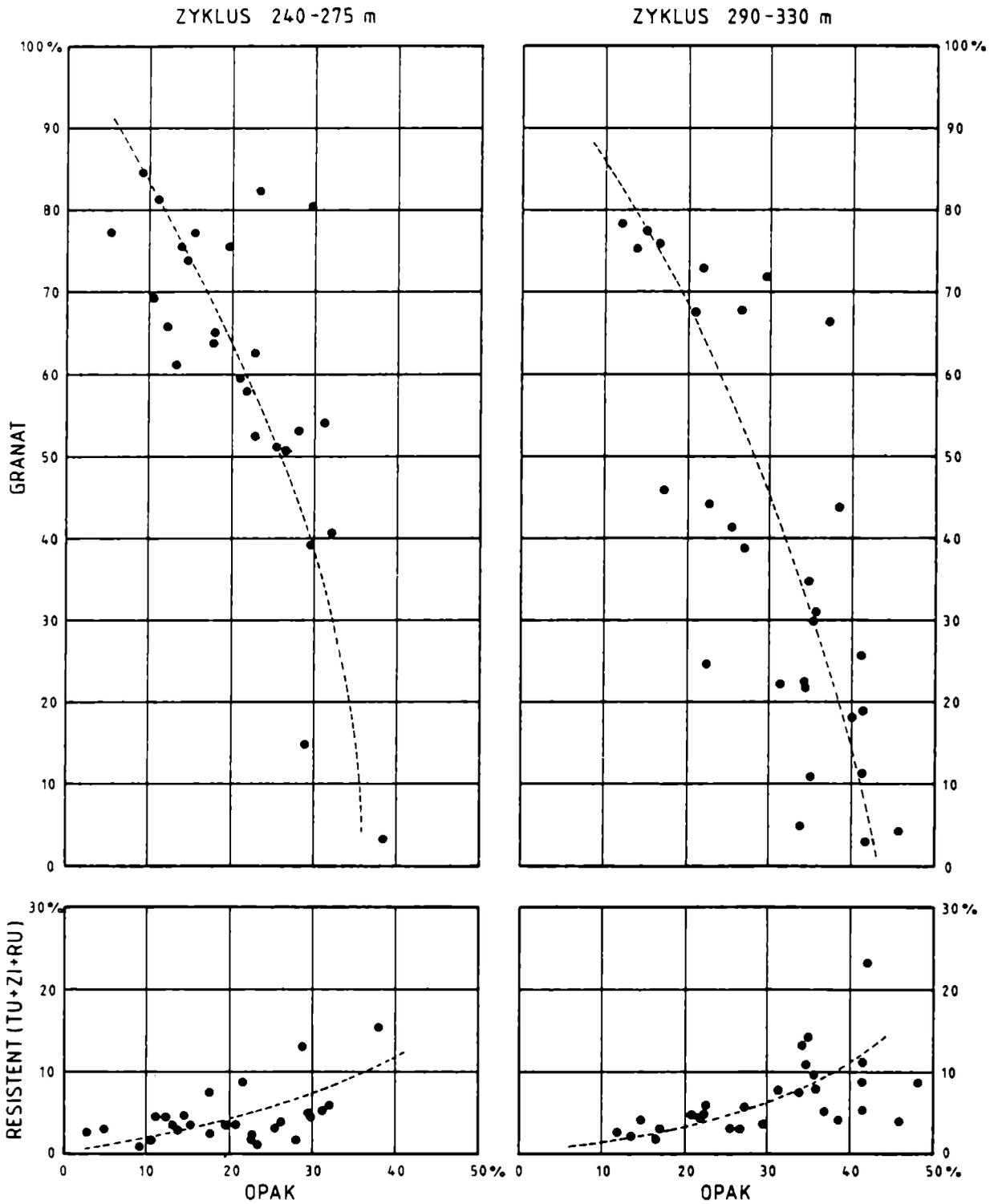


Abb. 10. Funktionelle Beziehung zwischen dem opaken Anteil und dem GR-Gehalt bzw. dem Gehalt an extrem resistenten Mineralien (TU + ZI + RU) der untersuchten Sedimentproben. Linke Grafiken = Zyklus 240-275 m; rechte Grafiken = Zyklus 290-330 m.

4.1.2. Zyklus 275 - 290 m

Zyklus 275-290 m ist etwa 15 m mächtig. Auch bei diesem Zyklus folgt die Grenzziehung ungefähr den topographischen Höhenlinien, mit Abweichungen von \pm 5 m. Der Zyklus ist lediglich durch zwei Aufschlüsse vertreten.

Aufschluß 30 (1) lieferte das Referenzprofil für Zyklus 275-290 m. Er stellt eine etwa 12 m hohe und 70 m breite Sand- und Kiesgrube mit einer steilen Wand dar. Das lithostratigraphische Profil mit den dazugehörigen Schwermineral-Histogrammen ist in Abb. 11 zu sehen. Ein kompletter Sedimentationszyklus ist in diesem Aufschluß freigelegt. Der Zyklus beginnt mit grobklastischen Sedimenten (diagonalgeschichtete Kleinschotter), deren unterer Abschnitt zur Granat-Phase gehört (Histogramme a und b). Die Granat-Phase wird von einer Granat-Epidot-Phase (Histogramme c und d) abgelöst, wobei auch die Korngröße der betreffenden Sedimente abnimmt. Im oberen Abschnitt des Profils lieferten Feinsande ein für die Epidot-Phase typisches Histogramm (e). In diesem Aufschluß verläuft der Phasenwechsel der Schwermineralassoziationen ungefähr parallel zum lithologischen Fazieswechsel, der durch die Korngröße der Sedimente bestimmt wird.

Zum gleichen Sedimentationszyklus gehört auch eine aufgelassene, etwa 15 m hohe und 50 m breite, steil angeschnittene Sandgrube, Aufschluß 35 (2), in welcher zuunterst ein diagonalgeschichteter Grobsand und darüber ein mittelkörniger Sand freigelegt wurden. Beide lieferten Schwermineral-Histogramme, die typisch für die Granat-Phase sind (vgl. Tabelle 2). Der obere Abschnitt von Aufschluß 35 wird von einem gelben, feinkörnigen Sand (Mehlsand) eingenommen. Ein gelber Tegel bildet den Hangendabschluß des Profils. Wegen der Steilheit der Aufschlußwand ließen sich weder Mehlsand noch Tegel beproben, so daß die Granat-Epidot-Phase und die Epidot-Phase nicht nachgewiesen werden konnten, wenngleich sie vermutlich im oberen, feinkörnigen Profilabschnitt abgebildet sind.

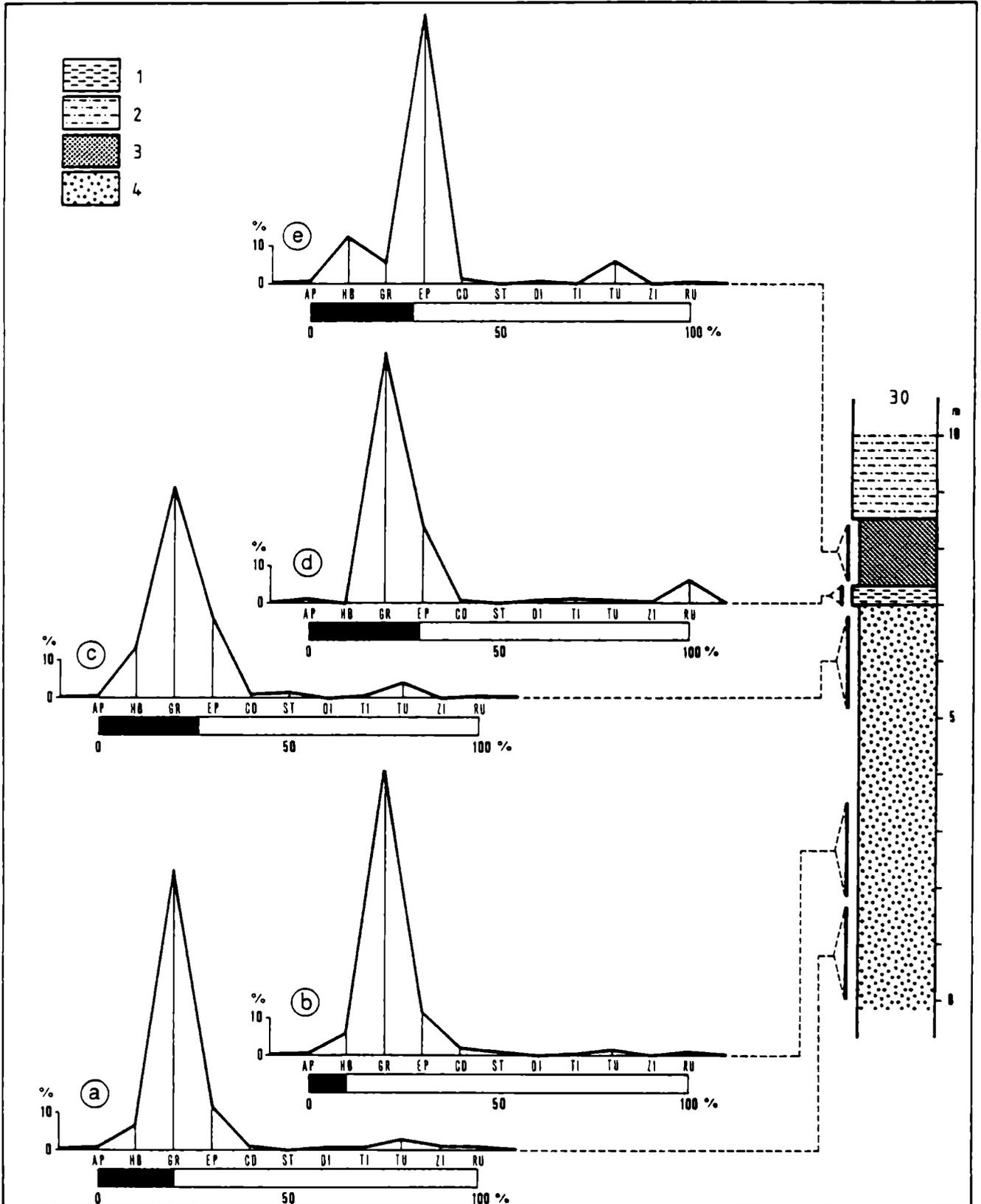


Abb. 11. Referenzaufschluß 30 (1). 1=grauer Ton; 2= grauer Tegel; 3=gelber Feinsand (Mehlsand); 4=diagonalgeschichteter Kleinschotter.

4.1.3. Zyklus 290 - 330 m

Die Schichtfolge von Zyklus 290-330 m hat eine Mächtigkeit von rund 40 m. Mit Abweichungen von ± 5 m folgt die Unterkante der Schichtfolge ungefähr der 290-m-Isohypse, ihre Oberkante der 330-m-Isohypse.

Alle Schwermineral-Phasen eines Sedimentationszyklus sind vertreten (vgl. Abb.3). Die dazugehörenden Aufschlüsse ordnen sich in vertikaler Richtung zu einer normalen Reihe ein, bis auf Aufschluß 44 (2), dessen Epidot-Phase von der Reihung abweicht.

Als Referenzprofil für die Granat-Phase wurde Aufschluß 55 (1) gewählt (Abb. 12). Es handelt sich hierbei um eine ca. 8 m hohe und 20 m breite Sand-, Tegel- und Tongrube der aufgelassenen Ziegelei am Fuße des Tafelberges, 1 km westlich von Jennersdorf. Zuunterst ist ein kreuzgeschichteter Grobsand aufgeschlossen, der gegen das Hangende zu in Tegel, Ton und feinkörnigen Sand übergeht. All diese Sedimente sind lithologische Glieder eines gemeinsamen Sedimentationsrhythmus. Sowohl die grobe als auch die feine Kornfraktion (Abb. 12, Histogramme a und b) lieferten ein für die Granat-Phase typisches Schwermineral-Histogramm: GR (72,7% - 75,8%) beherrscht das Histogramm mit einem überragenden Maximum, das GR/EP-Verhältnis beträgt 6,28 bzw. 10,30, die resistenten Mineralien (TU, ZI und RU) sind minimal vertreten, und der opake Anteil ist gering (vgl. Tabelle 3). Die Korngröße der Sedimente hat offensichtlich keinen Einfluß auf die Zusammensetzung des Schwermineralspektrums.

Analoge Ergebnisse ergaben grau-blaue Tegel des Aufschlusses 2 (1), kreuzgeschichtete mittel- bis grobkörnige Sande des Aufschlusses 40 (2), und gelbe Feinsande des Aufschlusses 48 (2) (vgl. Abb. 3 und Tabelle 3). Bei all diesen Proben liegt das GR/EP-Verhältnis zumeist über dem 3,78-Grenzwert.

Aufschlüsse, die dem Niveau der Granat-Epidot-Phase

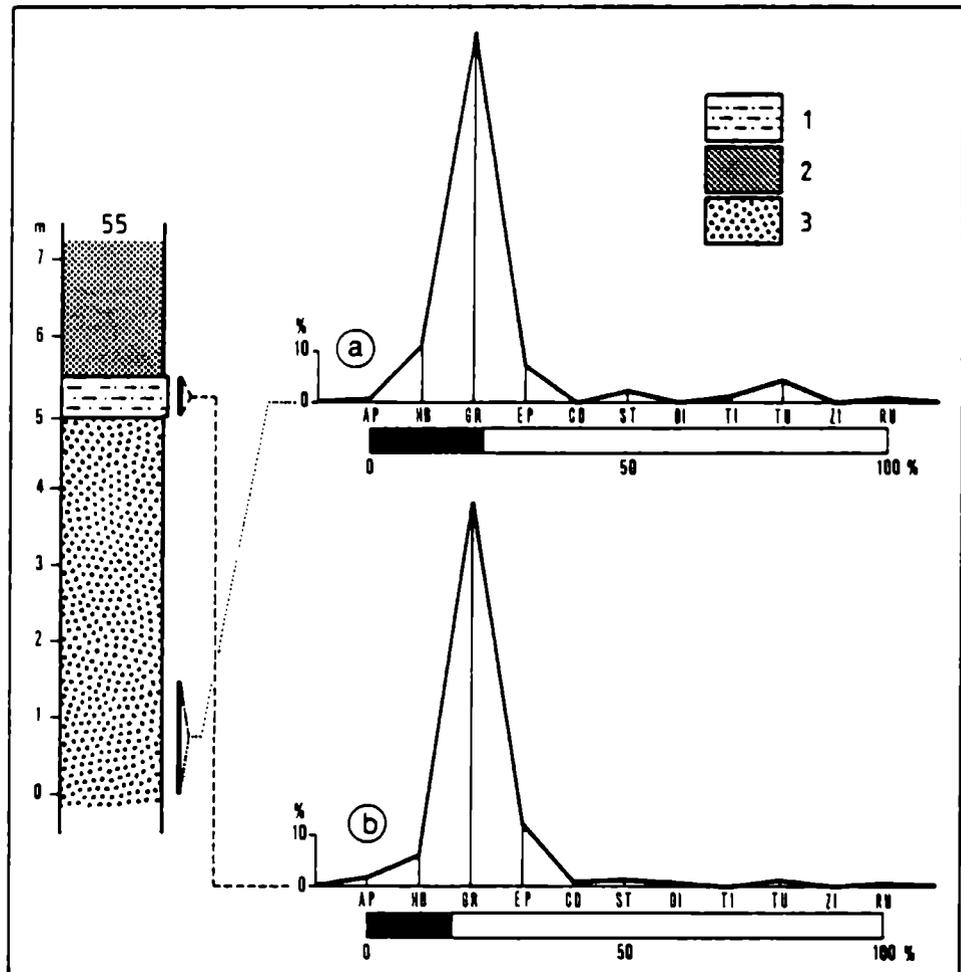


Abb. 12. Referenzaufschluß 55 (1). 1=Tegel bzw. Ton; 2=fein- bis mittelkörniger Sand; 3=kreuzgeschichteter, grobkörniger Sand.

angehören, liegen zwischen 300 m und 320 m Seehöhe (Abb. 3). Zur Dokumentation und Illustration dieser Phase werden drei Referenzaufschlüsse gezeigt.

Referenzaufschluß 26 (2) liegt im Gebiet des Schaufelberges und ist eine in Betrieb stehende, ca. 15 m hohe und 80 m breite Sandgrube (Abb. 13). Ein kompletter Sedimentationsrhythmus ist im Aufschluß freigelegt. Der Rhythmus beginnt mit einem diagonalgeschichteten, grauen Grobsand (Abb. 14, oben), der in verschiedenen stratigraphischen Niveaus Kleinschotter-Linsen und -bänke enthält (Abb. 14, unten), und endet mit einem grau-blauen Tegel (Abb. 15). Die entnommenen Sedimentproben enthalten eine Schwermineralassoziation, deren GR/EP-Verhältnis (vgl. Tabelle 3) noch im unteren Bereich der Granat-Epidot-Phase liegt.

Referenzaufschluß 36 (1), eine kleine aufgelassene Sandgrube im Bereich der Gemeinde Körblereck, lieferte drei Sedimentproben (Abb. 16), deren Schwermineralspektrum dem mittleren und oberen Bereich der Granat-Epidot-Phase angehören. Man kann diesen Aufschluß als Ausschnitt eines Rhythmus innerhalb der Granat-Epidot-Phase deuten. Auffallend ist, daß die Korngröße der Sedimente die Zusammensetzung der Schwermineralassoziation kaum beeinflußt hat. Der erhöhte HB-Gehalt im Histogramm c (Abb. 16) läßt sich mit einem kürzeren Transportweg in Zusammenhang bringen. Zu beachten wäre noch die leichte Erhöhung der resistenten Mineralien (TU, ZI und RU) sowie der merkliche Anstieg der opaken Körner in den drei Histogrammen (Abb. 16).

Referenzaufschluß 25 (1), eine etwa 10 m hohe, jedoch nicht gänzlich freigelegte Kies- und Sandgrube, liegt bereits im Übergangsbereich zwischen der Granat-Epidot-Phase und der Epidot-Phase. Der untere Abschnitt der Sandgrube (Abb. 17) enthält einen, in lithofazieller Hinsicht vollständigen Rhythmus. Die Schwermineralassoziation des Kleinschotters (Histogramm a, Abb. 17) gehört noch in das Niveau der Granat-Epidot-Phase (GR/EP-Verh. = 0,45, s. Tabelle 3).

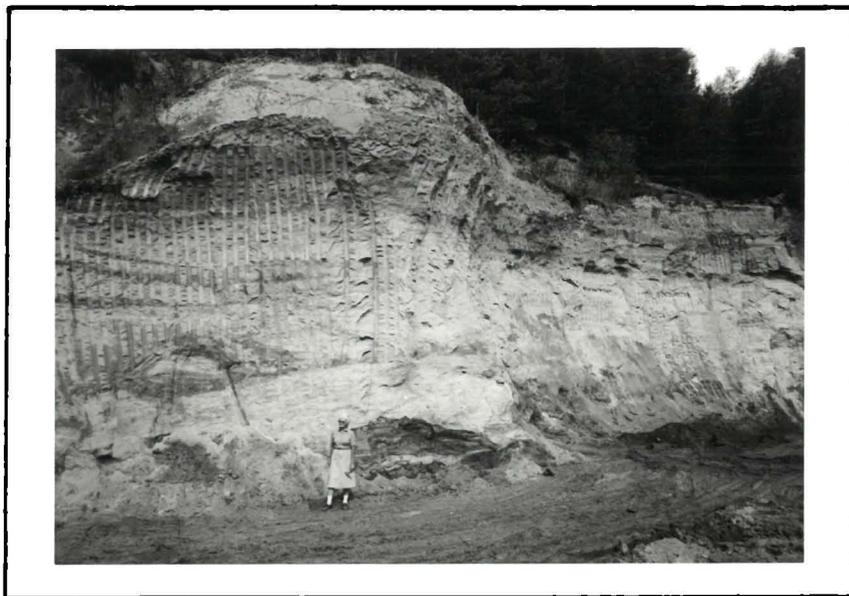


Abb. 13. Referenzaufschluß 26 (1). Erläuterung im Text.

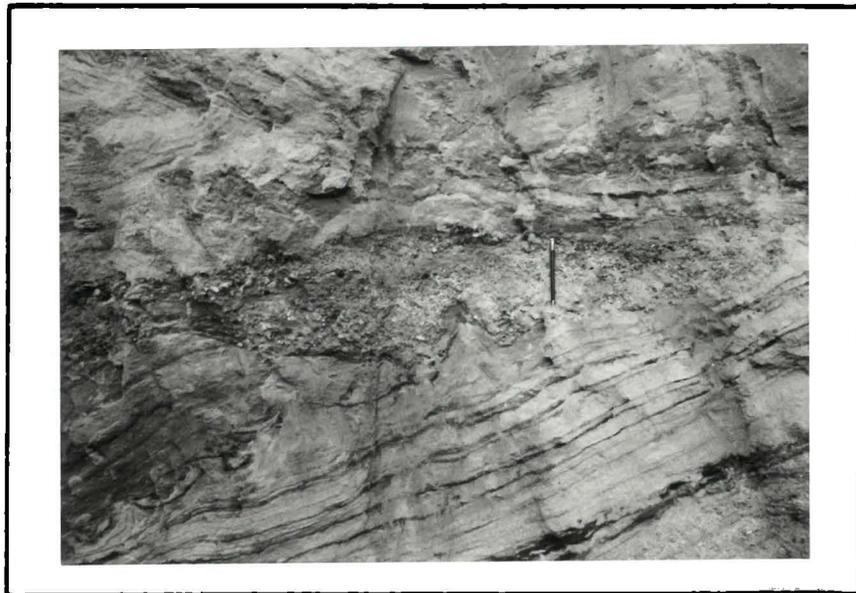


Abb. 14. Referenzaufschluß 26 (1). Oben:
diagonalgeschichteter Grobsand.
Unten: Kleinschotter-Linse. Län-
ge des Hammers = 32 cm.

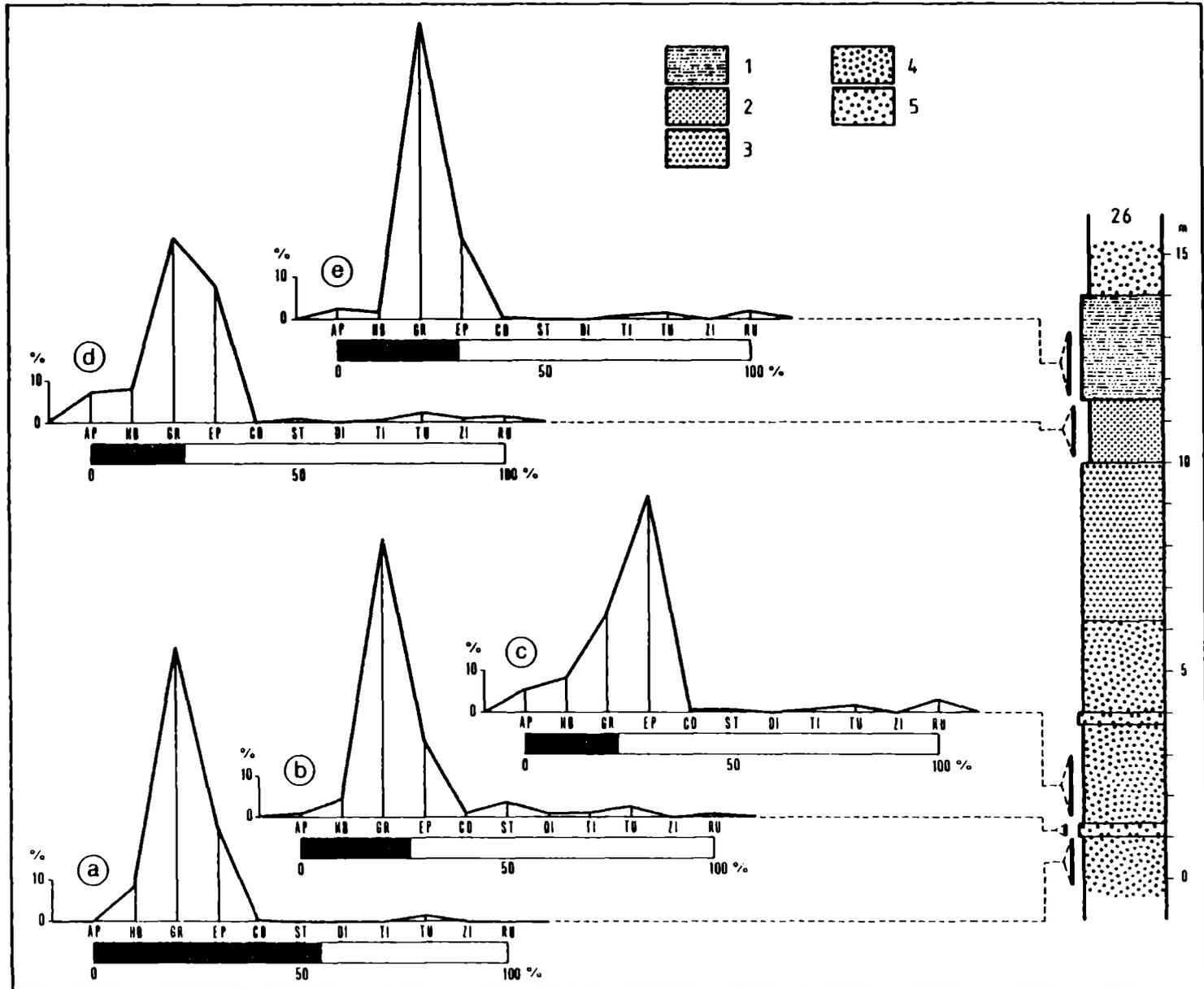


Abb. 15. Referenzaufschluß 26 (1). 1=blaugrauer Tegel; 2=gelber Feinsand; 3=grauer, mittelkörniger, gut geschichteter Sand; 4=grauer, diagonalgeschichteter Grobsand; 5=Kleinschotter.

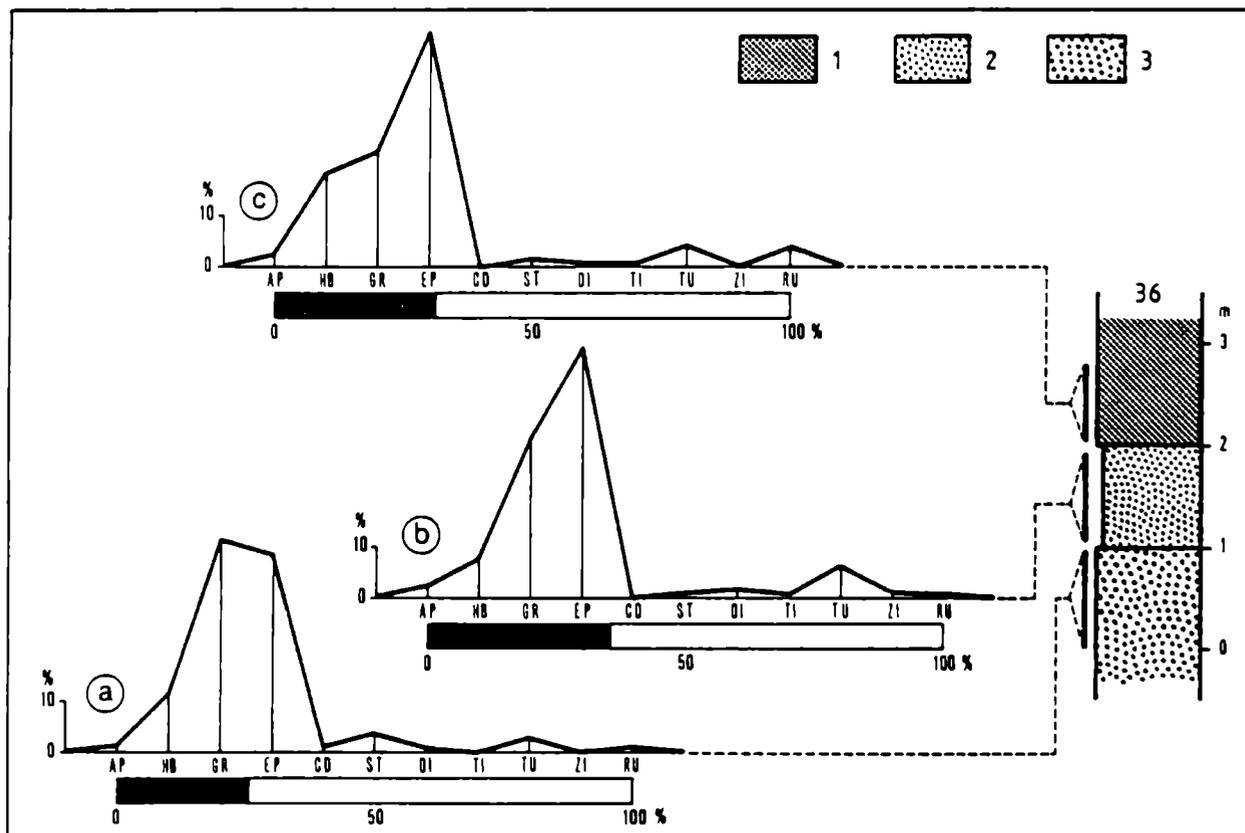


Abb. 16. Referenzaufschluß 36 (1). 1=gelber, feinkörniger, ungeschichteter Sand; 2=gelblich-grüner, grob- bis mittelkörniger, z.T. kreuzgeschichteter Sand; 3=grauer, kreuzgeschichteter Grobsand.

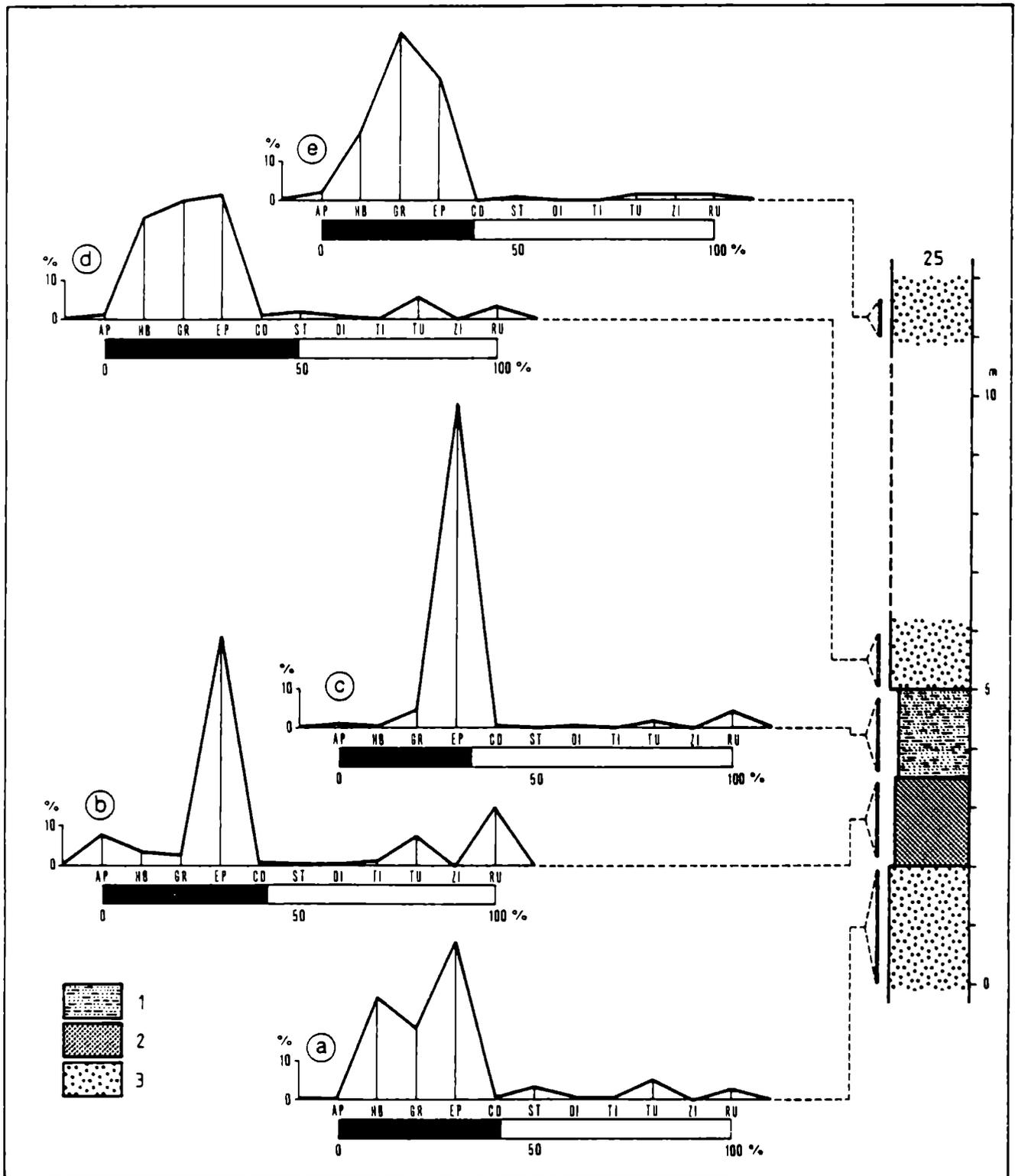


Abb. 17. Referenzaufschluß 25 (1). 1-geschichteter Tegel; 2-gelber Feinsand (Mehlsand); 3= Kleinschotter.

Die beiden Proben des feinkörnigen Anteils des Rhythmus enthalten jedoch Schwermineralassoziationen (Histogramm b und c), die eindeutig in die Epidot-Phase zu stellen wären (GR/EP-Verh. = 0,05 bzw. 0,06, s. Tabelle 3). Im oberen Abschnitt des Aufschlusses 25 sind Schotter freigelegt, die stratigraphisch höheren Sedimentationsrhythmen angehören.

Die Sedimentproben der Aufschlüsse 1 (1) (Tegel), 5 (1) (Tegel), 6 (1) (Tegel), 19 (1) (Grobsand), 23 (1) (mittel- bis feinkörniger Sand), 24 (1) (Tegel), 41 (2) (mittel- bis grobkörniger Sand) enthielten ein Schwermineralspektrum (vgl. Tabelle 3), das der Granat-Epidot-Phase angehört. Die Proben belegen jeweils einen lithologischen Ausschnitt eines Sedimentationsrhythmus.

Für die Epidot-Phase wurde als Referenzaufschluß der ca. 1 m hohe Weganschnitt 33 (1) bei der Gemeinde Neubrennten gewählt. Anstehend ist ein feinkörniger Sand (Mehlsand) in Wechsellagerung mit einem Tegel. Das betreffende Schwermineralhistogramm (Abb. 18) enthält ein dominierendes EP-Maximum (EP = 66,5%; GR/EP-Verh. = 0,22). Darüber hinaus ist ein betonter Anstieg der resistenten Mineralien (TU, ZI und RU) und der opaken Körner vorhanden.

Der Schwermineralgehalt der feinkörnigen Sande (Mehlsande) der Aufschlüsse 42 (2) und 44 (2) muß desgleichen der Epidot-Phase zugeteilt werden (GR/EP-Verh. = 0,16 bzw. 0,05, s. Tabelle 3), obwohl die betreffenden Aufschlüsse einem tieferen topographischen Niveau angehören (s. Abb. 3).

Auch für den Zyklus 290-330 m wurde versucht, auf graphischem Weg Beziehungen zwischen den prozentuellen Anteilen einiger Schwermineralien herzustellen. In Abb. 19 ist die Beziehung zwischen GR und EP in einem rechtwinkligen Koordinatensystem wiedergegeben. Hierzu wurden alle 29 untersuchten Proben des Zyklus (s. Tabelle 3) verwendet. Zwar erscheinen die Proben gestreut, doch liegen sie deutlich entlang einer Funktionslinie, die anfänglich geradlinig

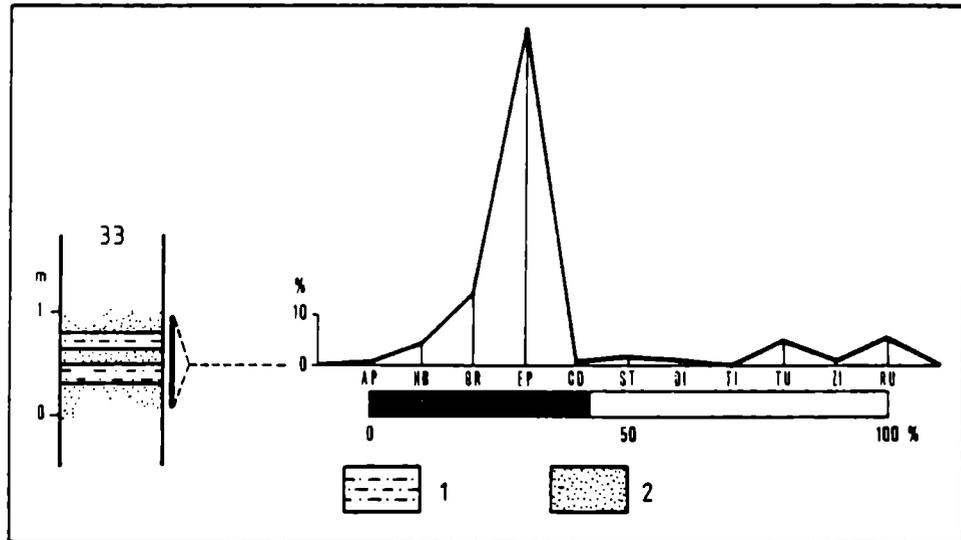


Abb. 18. Referenzaufschluß 33 (1). 1=grauer Tegel; 2=feinkörniger Sand.

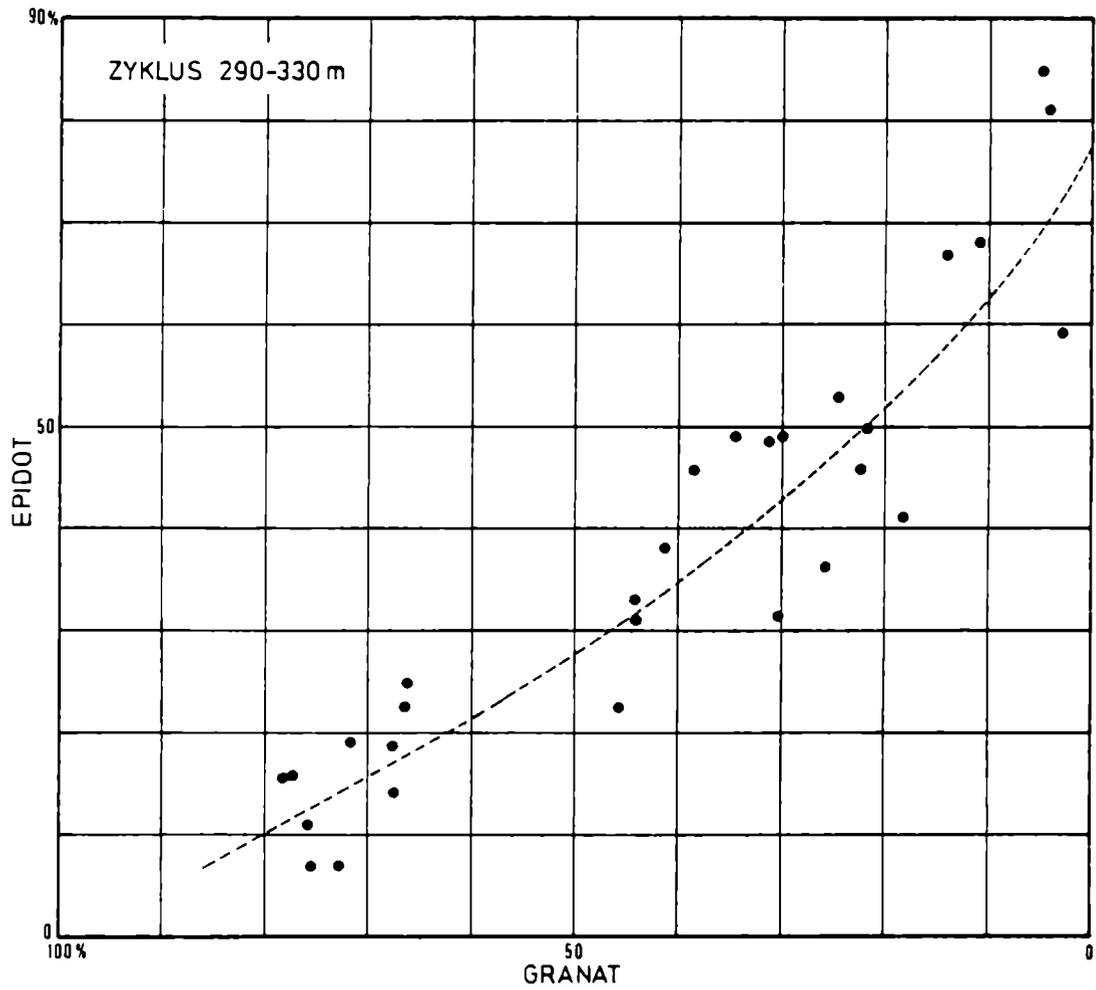


Abb. 19. Beziehung zwischen der GR-Abnahme und der EP-Zunahme in den 29 untersuchten Sedimentproben (s. Tabelle 3) des Zyklus 290-330 m. Erläuterung im Text.

verläuft, sich später jedoch exponential biegt. Die Interpretation dieser funktionellen Beziehungen erfolgt später.

Analog wurde in den beiden rechtsseitigen Grafiken der Abb. 10 (S. 28) die funktionelle Beziehung zwischen dem opaken Anteil einer Probe und ihrem GR-Gehalt bzw. ihrem Gehalt an extrem resistenten Mineralien (TU + ZI + RU) dargestellt. GR nimmt exponential mit dem Anstieg des opaken Anteils der Proben ab (obere Grafik), der resistente Anteil nimmt hingegen exponential zu. Auch für diese Erscheinung soll später eine Deutung gegeben werden.

4.1.4. Zyklus 330 - 350 m

Die Schichtfolge dieses Zyklus erreicht eine Mächtigkeit von bloß 20 m. Infolgedessen können im Profil eines einzigen hochwandigen Aufschlusses alle drei Schwermineral-Phasen eines Sedimentationszyklus vertreten sein. Die Kies- und Sandgrube 15 (1), an der Straße Grieselstein-Loipersdorf, kann als Beispiel für einen derartigen Aufschluß angeführt werden (Abb. 20). Der lithostratigraphische Aufbau des Aufschlußprofils ist in Abb. 21 zu sehen. Im unteren Profilabschnitt wechsellagern Kleinschotter mit Grobsanden (Abb. 22, unteres Foto). Beide Sedimentarten sind **lagenweise** diagonalgeschichtet. Der Kleinschotter enthält haselnuß- bis walnußgroße, gut gerundete Quarzklasten (Abb. 22, oberes Foto), die in einer sandigen Matrix eingebettet sind. In vertikaler Richtung nimmt die Korngröße der Sedimente ab, so daß im oberen Profilabschnitt Tegel und feinkörnige Sande in Wechsellagerung erscheinen. Der untere Profilabschnitt lieferte zwei Histogramme (a und b, Abb. 21), die der Granat-Phase angehören (GR = 74,5 - 79,5%). Im oberen Profilabschnitt ist mit Histogramm c die Granat-Epidot-Phase vertreten (GR = 21,9%, EP = 62,4%). Und schließlich gehören die Histogramme d und e der Epidot-Phase an (EP = 73,3% bzw. 74,0%).

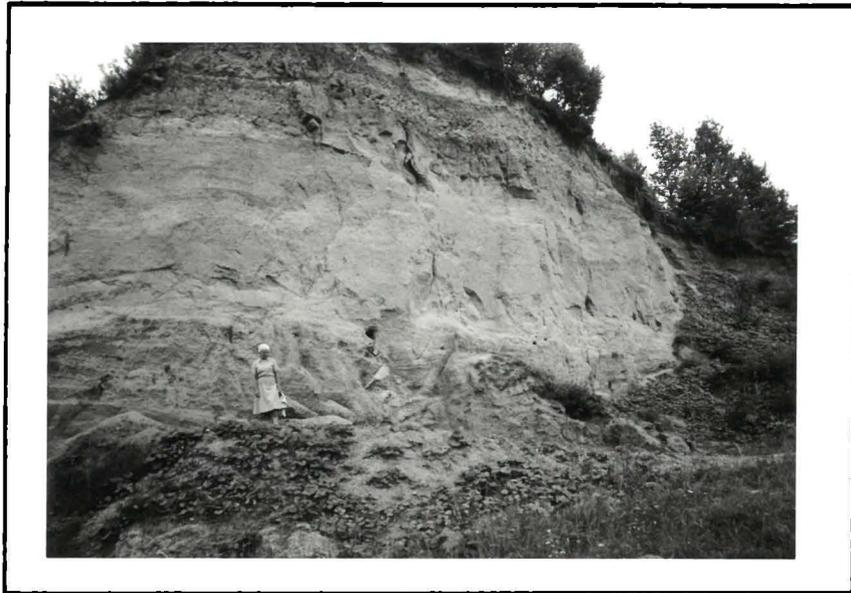


Abb. 20. Referenzaufschluß 15 (1). Erläuterung im Text.

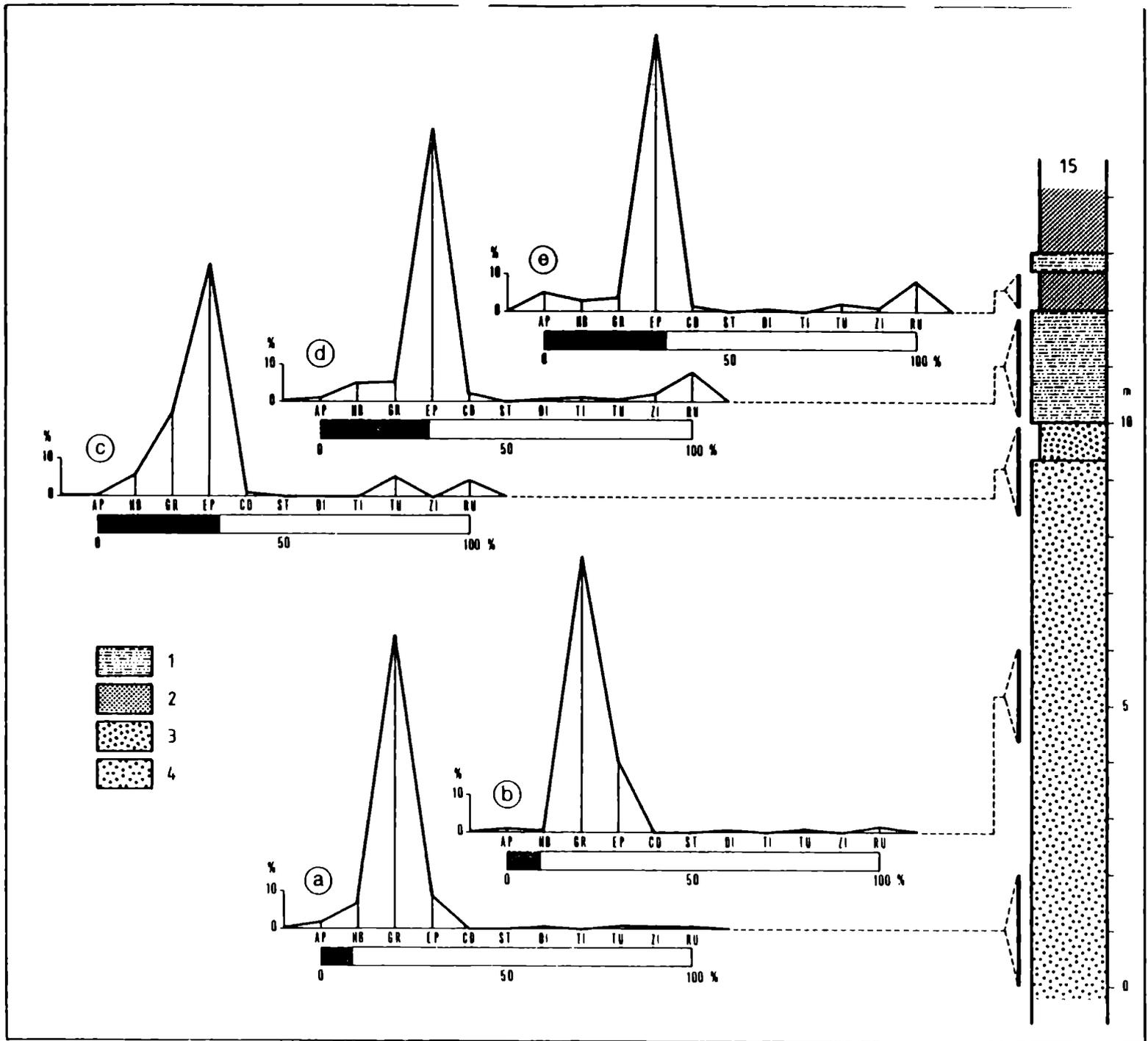


Abb. 21. Referenzaufschluß 15 (1). 1=grauer, geschichteter Tegel; 2=grauer Feinsand; 3=grobkörniger, kreuzgeschichteter Grobsand; 4=diagonalgeschichteter Kleinschotter wechsellagernd mit Grobsand.

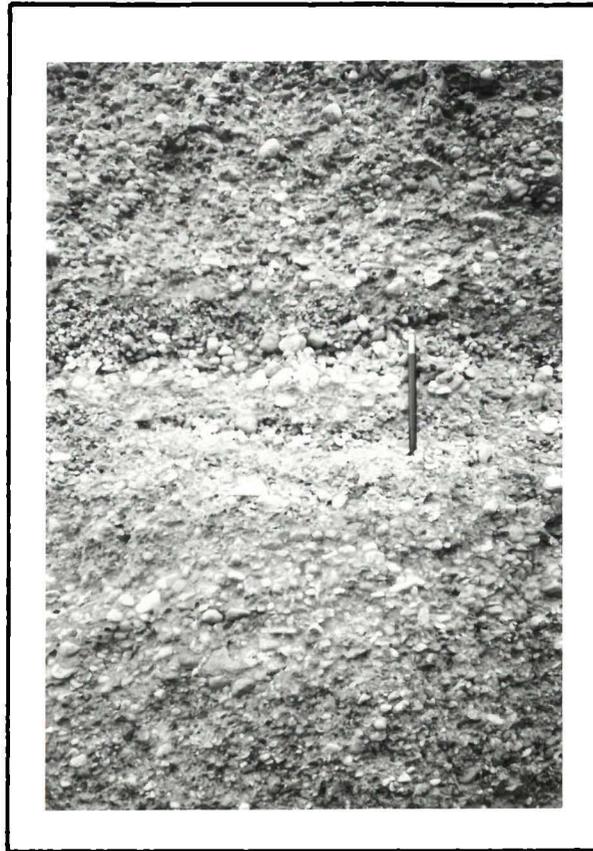


Abb. 22. Referenzaufschluß 15 (1). Unteres Foto: Wechsellagerung von Kleinschotter und Grobsand. Hammerlänge = 32 cm. Oberes Foto: Nahaufnahme einer Schotterbank. Länge des Drehstiftes = 13 cm.

In Referenzaufschluß 15 (1) vollzieht sich somit in typischer Weise der Phasenwechsel der Schwermineralassoziationen innerhalb eines Sedimentationszyklus. In den Histogrammen wird das GR-Maximum (Diagramm a und b) von einem Ep-Maximum (Diagramm d und e) abgelöst. Der Phasenwandel verläuft parallel zur Abnahme der Korngröße der Sedimente. Deutlich drückt er sich im GR/EP-Verhältnis der untersuchten Proben aus: 8,88 (Probe 15 a) - 3,89 (Probe 15 b) - 0,35 (Probe 15 c) - 0,07 (Probe 15 d) - 0,05 (Probe 15 e) (vgl. Tabelle 4). In vertikaler Richtung nimmt in den Proben gleichzeitig der Anteil der extrem resistenten Mineralien (TU, ZI und RU) sowie jener der opaken Körner merklich zu (vgl. Histogrammen a - e in Abb. 21).

Referenzaufschluß 14 (1), eine Kies- und Sandgrube, liegt dicht neben Aufschluß 15 (1). In ihm ist der untere und mittlere Abschnitt des Profils von Aufschluß 15 (1) freigelegt. Der lithostratigraphische Aufbau des Profils sowie die Ergebnisse der Schwermineralanalyse sind Abb. 23 zu entnehmen.

Im Referenzaufschluß 12 (1), einer aufgelassenen Kies- und Sandgrube, ist ein kompletter lithofazieller Sedimentationsrhythmus abgebildet (Abb. 2, S. 14). Er beginnt mit einem Kleinschotter (Abb. 24) mit gut gerundeten, haselnuß- bis walnußgroßen Quarzklasten, und endet mit Tegel. Sämtliche Faziesglieder lieferten Histogramme (Abb. 2, a, b, c und d) mit einer dominierenden GR-Spitze. Über dieser jungtertiären Schichtfolge liegt ein quartärer Terrassenlehm (Histogramm e, Abb. 2), der bereits besprochen wurde (S. 13). In den jungtertiären Sedimenten des Aufschlusses 12 (1) ist die GR-Phase abgebildet.

Die Sedimentproben der Aufschlüsse 7 (1), 27 (1), 28 (1), 34 (1), 53 (1) und 54 (1) wurden grauen, diagonalgeschichteten Grobsanden und Schottern entnommen. Die betreffenden Schwermineralassoziationen gehören alle der Granat-Phase an. Die Analysendaten der Proben sind Tabelle 4 zu entnehmen.

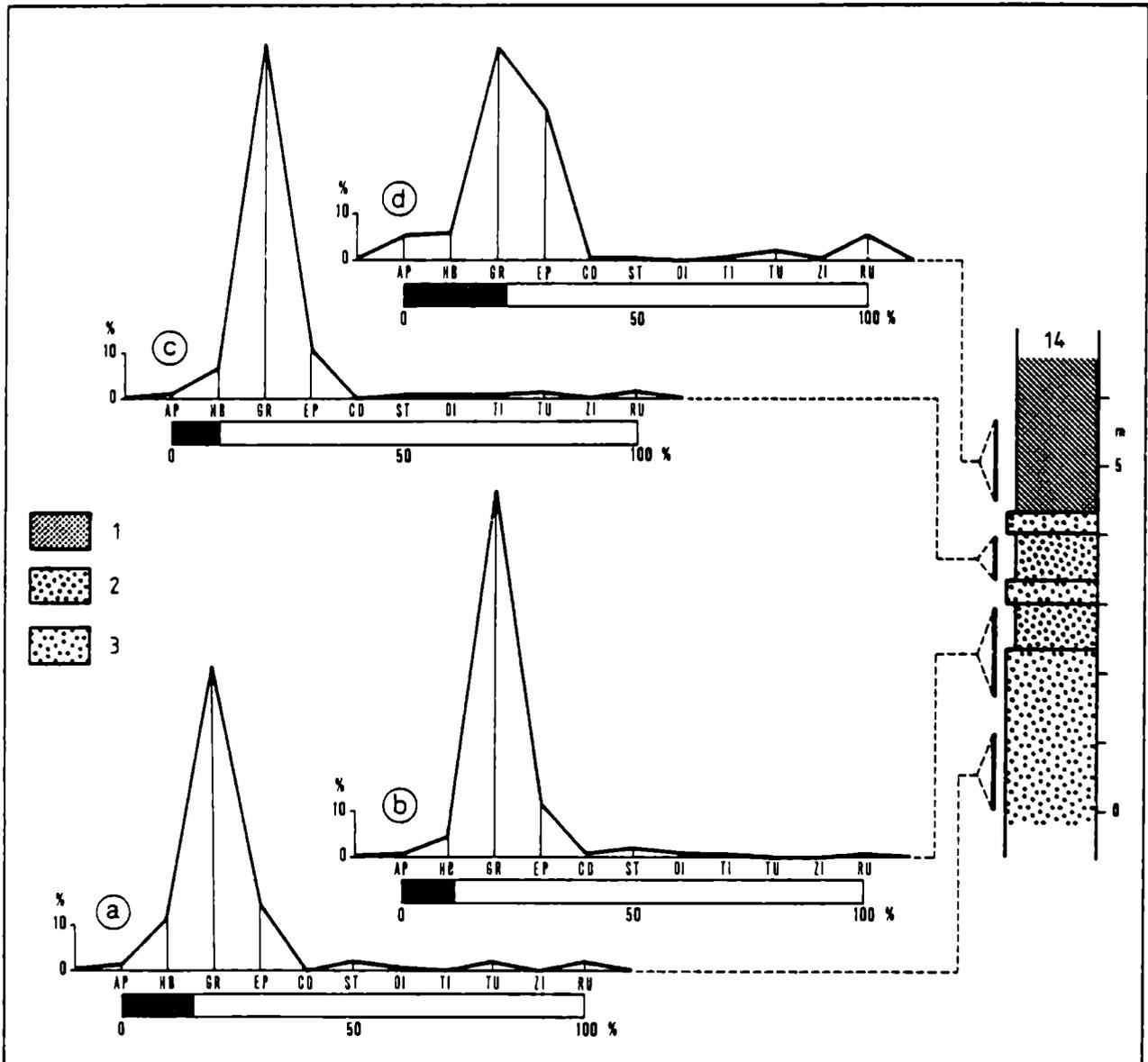


Abb. 23. Referenzaufschluß 14 (1). 1=Feinsand (Mehlsand); 2=diagonalgeschichteter mittel- bis grobkörniger Sand; 3=diagonalgeschichteter Kleinschotter mit Grobsandlagen.

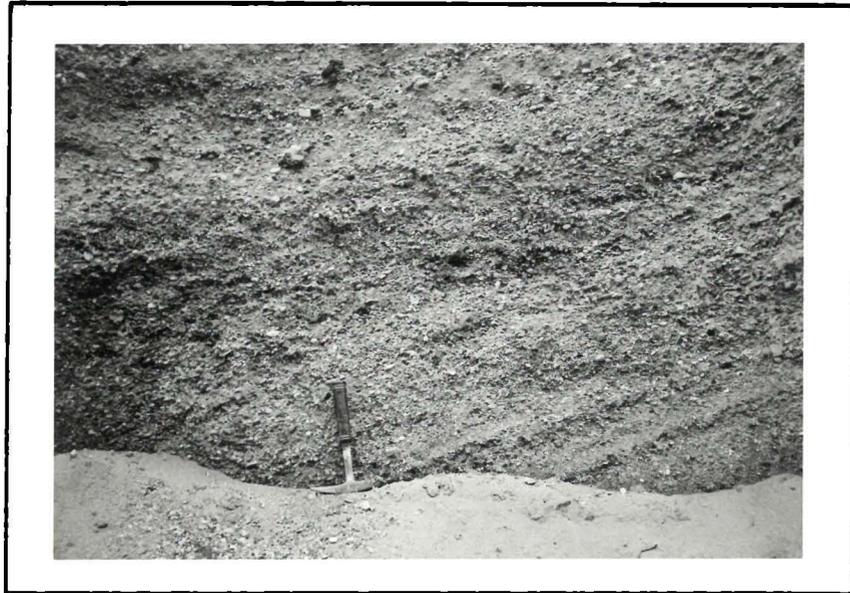


Abb. 24. Kleinschotterfolge im Aufschluß
12 (1) der Abb. 2 (S. 14). Er-
läuterung im Text. Hammerlänge =
32 cm.

Im Referenzaufschluß 39 (2) sind kreuzgeschichtete Kleinschotter und Sande freigelegt (Abb. 25). In den Schwermineralassoziationen der genommenen beiden Proben (a und b) ist die Granat-Epidot-Phase abgebildet.

Die lagenweise diagonalgeschichteten Grob- bis Feinsande der Aufschlüsse 9 (1) und 21 (1) lieferten desgleichen eine für die Granat-Epidot-Phase typische Schwermineralassoziation (vgl. Tabelle 4).

Grau-blaue Tegel des Aufschlusses 8 (1) ergaben ein Schwermineralspektrum mit einem vorherrschenden EP-Gehalt (vgl. Tabelle 4).

Für den Zyklus 330-350 m wurden die Analyseergebnisse desgleichen statistisch ausgewertet. In der Grafik der Abb. 26 ist die anfänglich lineare, später exponentiale Zunahme des EP-Gehaltes bezogen auf den GR-Gehalt der untersuchten 25 Proben zu erkennen. Ferner zeigen die beiden Grafiken auf der linken Seite von Abb. 27 die funktionelle Beziehung zwischen GR-Gehalt und opaken Mineralien sowie extrem resistenten Mineralien (TU + ZI + RU) und opakem Anteil. Der GR-Gehalt vermindert sich exponential mit der Zunahme des opaken Anteils (obere Grafik). Dagegen erhöht sich der Gehalt an extrem resistenten Mineralien (TU + ZI + RU) exponential mit der Zunahme des opaken Anteils. Die Deutung dieser Zusammenhänge erfolgt später.

4.1.5. Zyklus 350 - 370 m

Zyklus 350-370 m ist im erkundeten Gebiet innerhalb der Jennersdorfer Schichten der jüngste.

Seine Schichtfolge dürfte desgleichen eine Durchschnittsmächtigkeit von nur 20 m haben. Auf der geologischen Karte folgt die Unterkante seiner Schichtfolge etwa der Höhenlinie 350 m.

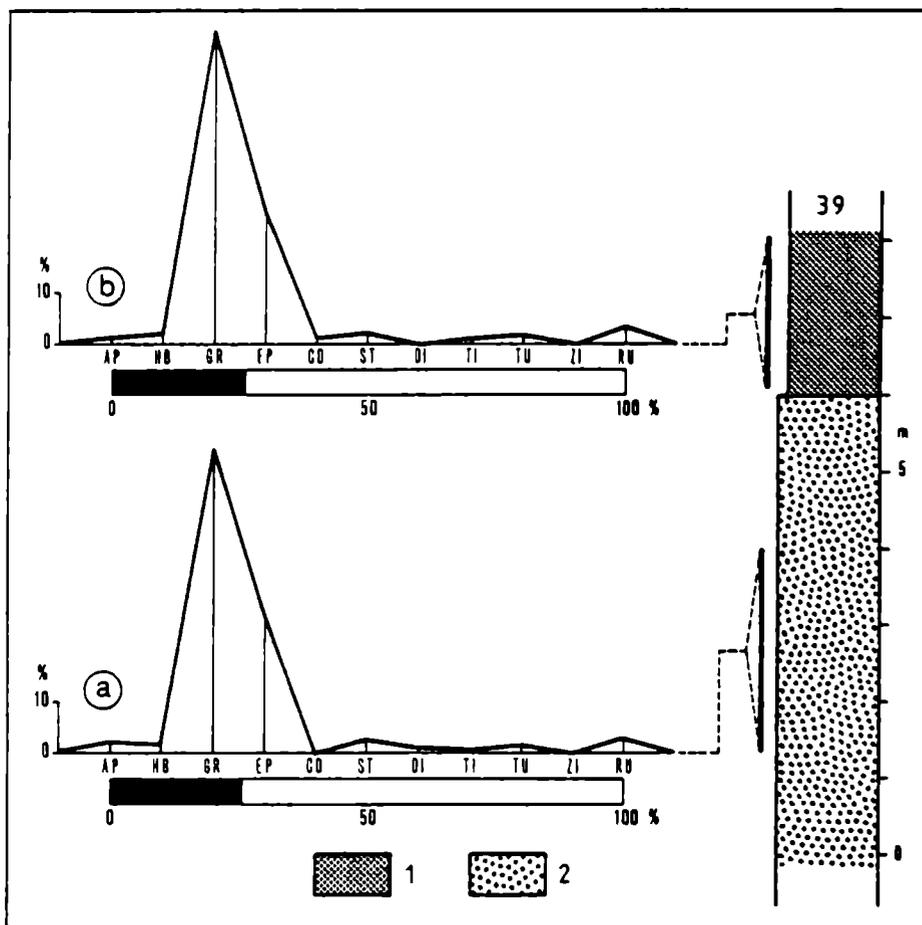


Abb. 25. Referenzaufschluß 39 (2). 1=Feinsand (Mehlsand); 2=kreuzgeschichteter Grobsand, wechsellagernd mit cm-dünnen Kleinschotterlagen.

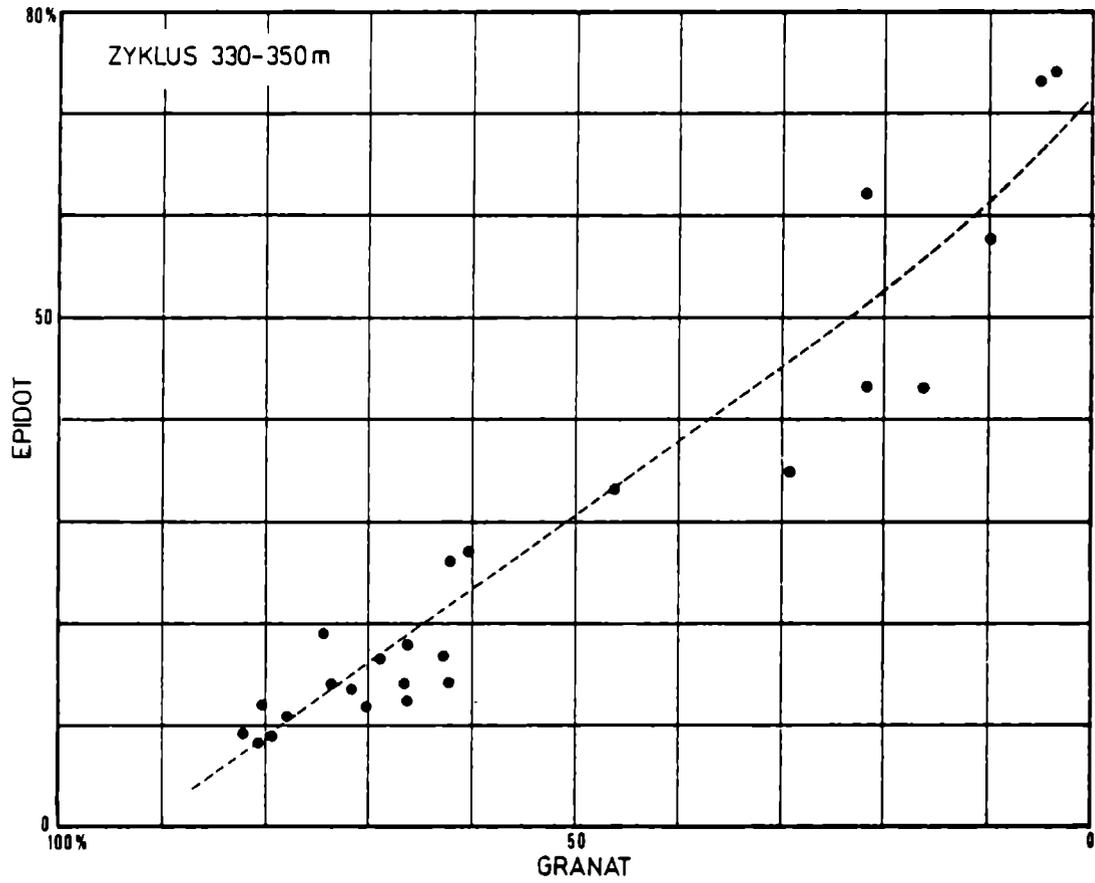


Abb. 26. Beziehung zwischen der GR-Abnahme und der EP-Zunahme bei den untersuchten 25 Sedimentproben (s. Tabelle 4) des Zyklus 330-350 m. Erläuterung im Text.

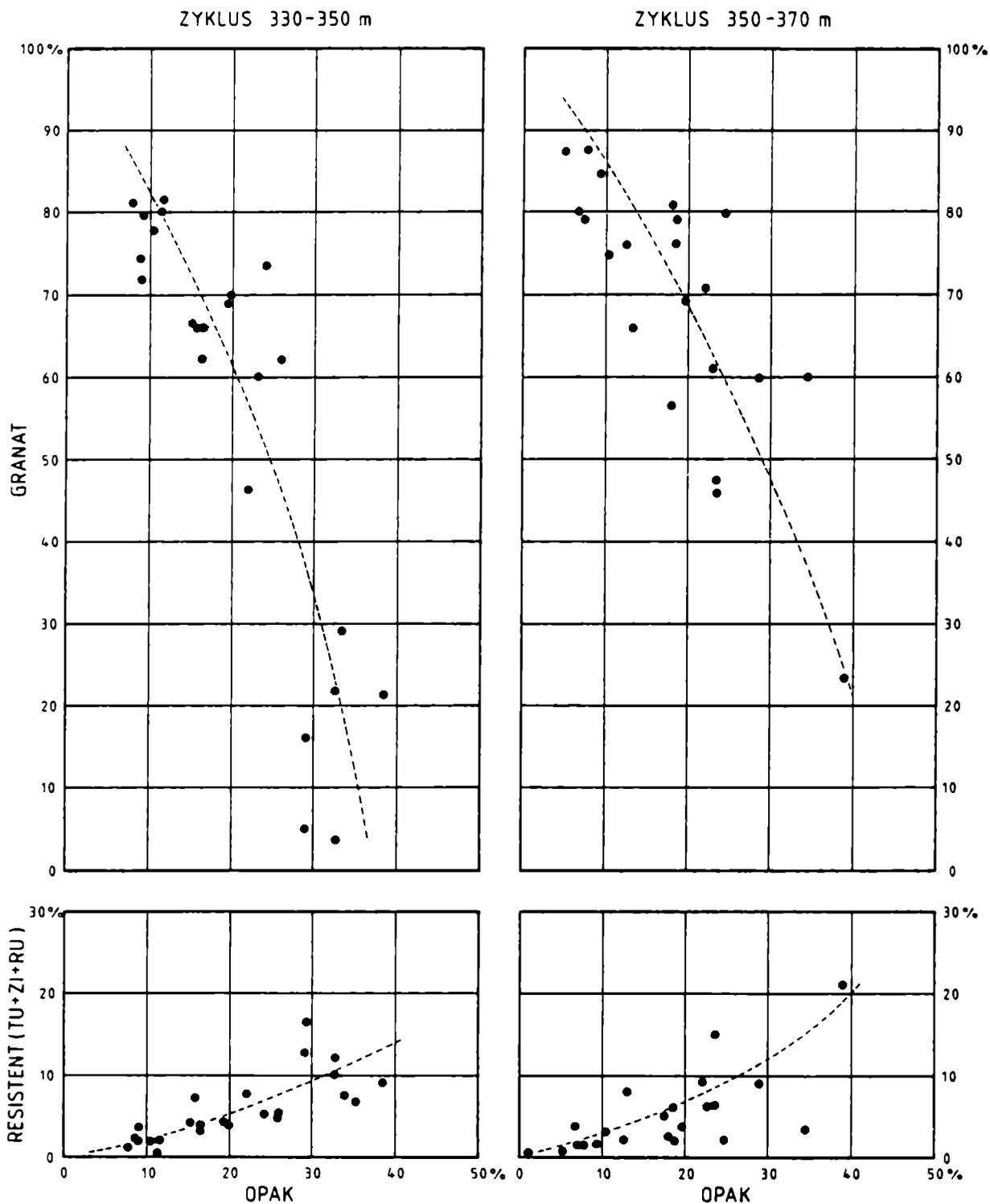


Abb. 27. Funktionelle Beziehung zwischen GR-Gehalt und Gehalt der resistenten Mineralien (TU + ZI + RU) zum opaken Anteil der analysierten Proben. Linke Grafik: 25 Proben des Zyklus 330-350 m. Rechte Grafik: 21 Proben des Zyklus 350-370 m.

Die Proben zweier Referenzaufschlüsse 11 (1) und 29 (1) brachten Schwermineralhistogramme (Abb. 28 und Abb. 29) mit einer dominierenden GR-Spitze. Die lithologischen Glieder sind rhythmisch angelegt: zuunterst diagonalgeschichteter Grobsand und Kleinschotter, darüber folgt ein mittel- bis feinkörniger Sand (Mehlsand), Tegel bildet in der Regel den Abschluß des Rhythmus. In Aufschluß 11 (Abb. 28) sind zwei Rhythmen freigelegt.

Schotter, Grobsande und Feinsande der Aufschlüsse 17 (1) und 52 (1) enthielten eine Schwermineralassoziation, die desgleichen für die Granat-Phase typisch ist (s. Tabelle 5).

Rhythmisch gegliedert sind die Sedimente auch in den Aufschlüssen 16 (1), 18 (1) und 37 (1). Die Schwermineralassoziationen der grobkörnigen Glieder gehören der Granat-Phase an, während die feinkörnigen Glieder Schwermineralassoziationen der Granat-Epidot-Phase enthielten. Als Referenzprofile mögen die beiden Aufschlüsse 16 (1) in Abb. 30 und 37 (1) in Abb. 31 dienen.

Die statistische Auswertung der Ergebnisse der Schwermineralanalyse von 21 Sedimentproben ergab für den Zyklus 350-370 m ähnliche Beziehungen zwischen den resistenten und weniger resistenten Mineralien, wie wir sie aus den vorhergehenden Zyklen kennengelernt haben. Zwischen GR-Gehalt und EP-Gehalt existiert eine lineare Abhängigkeit (Abb. 32). Der GR-Gehalt nimmt ferner exponential mit der Zunahme des opaken Anteils ab (obere rechte Grafik in Abb. 27, S. 52). Parallel zur Anreicherung der opaken Mineralien verläuft exponential eine Anreicherung der extrem resistenten Mineralien (TU + ZI + RU) (untere rechte Grafik in Abb. 27). Die Diskussion dieser Beziehungen soll in einem der nächsten Unterkapitel erfolgen.

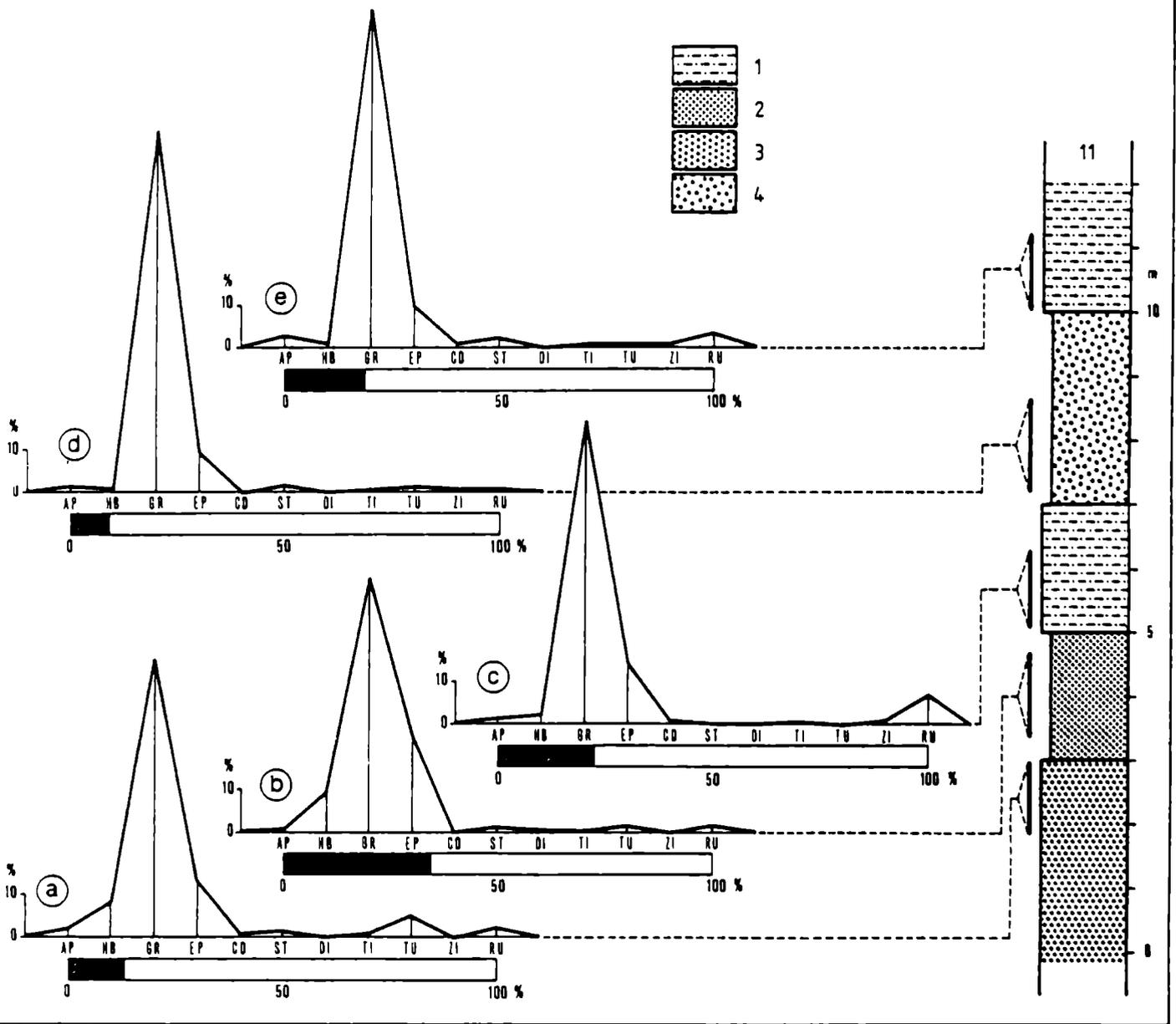
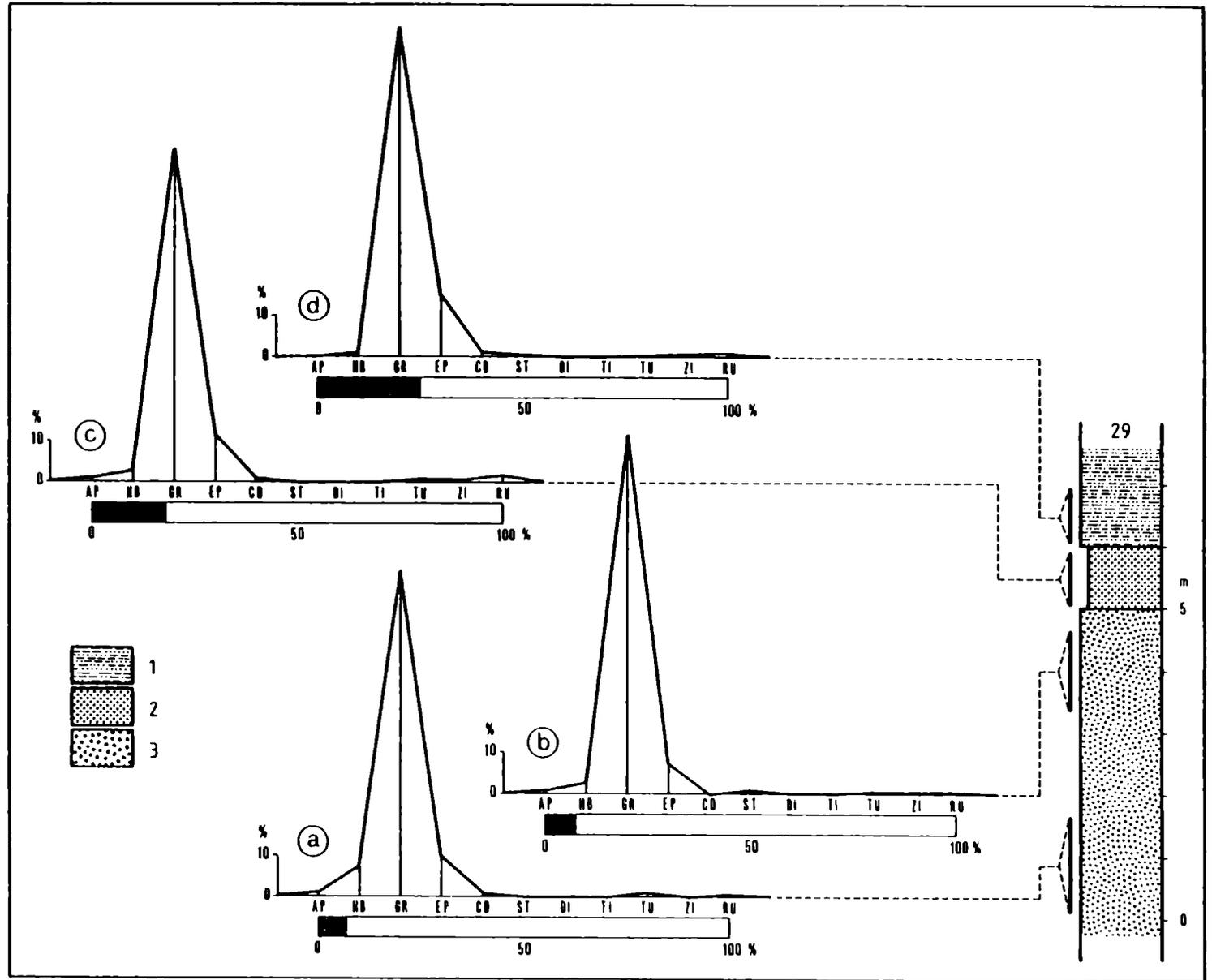


Abb. 28. Referenzaufschluß 11 (1). 1=bläulich-grauer Tegel; 2=gelber, feinkörniger Sand; 3=grauer, grobkörniger, diagonalgeschichteter Sand; 4=grauer, grobkörniger, diagonalgeschichteter Sand mit Kleinschotterlagen.

Abb. 29. Referenzaufschluß 29 (1). 1=grauer Tegel; 2=gelber Feinsand (Mehlsand); 3=grauer, kreuzgeschichteter Kleinschotter.



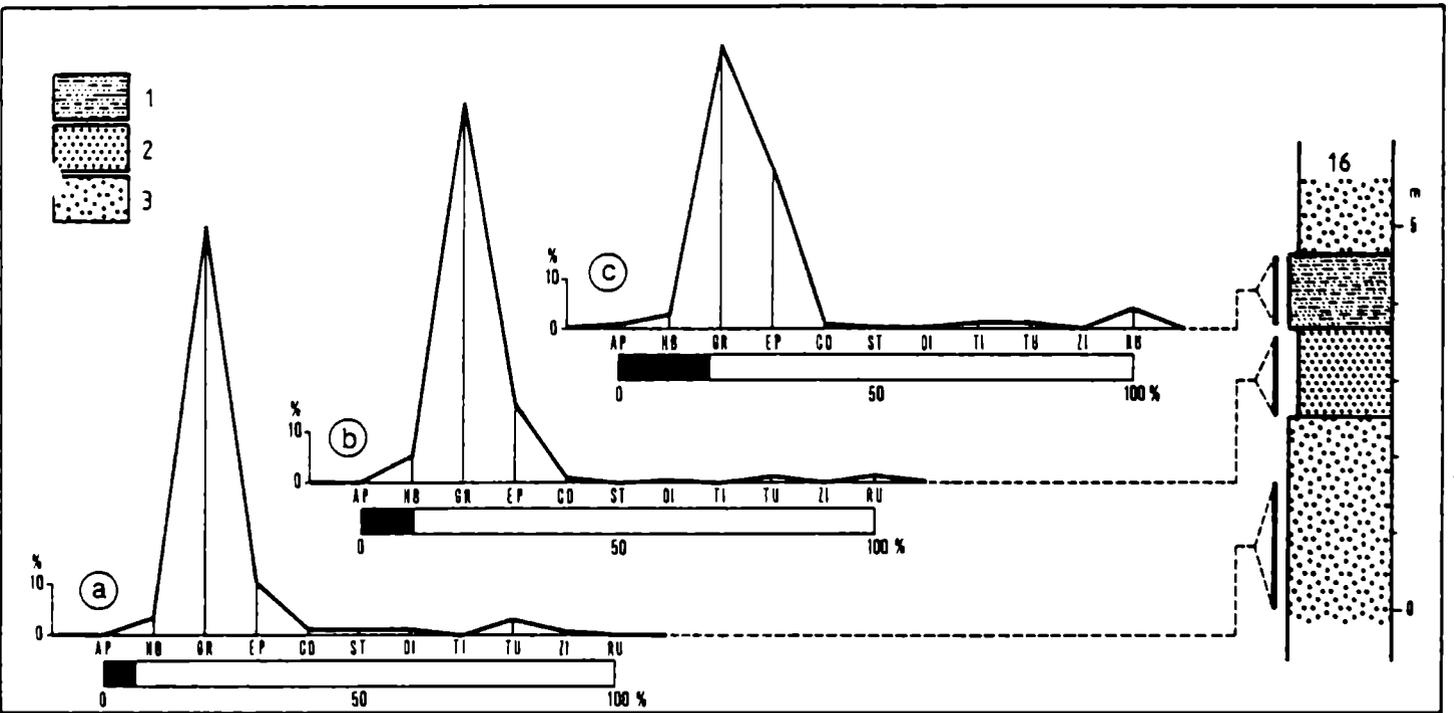


Abb. 30. Referenzaufschluß 16 (1). 1=geschichteter, grauer Tegel; 2=geschichteter, grauer Sand; 3=Kleinschotter.

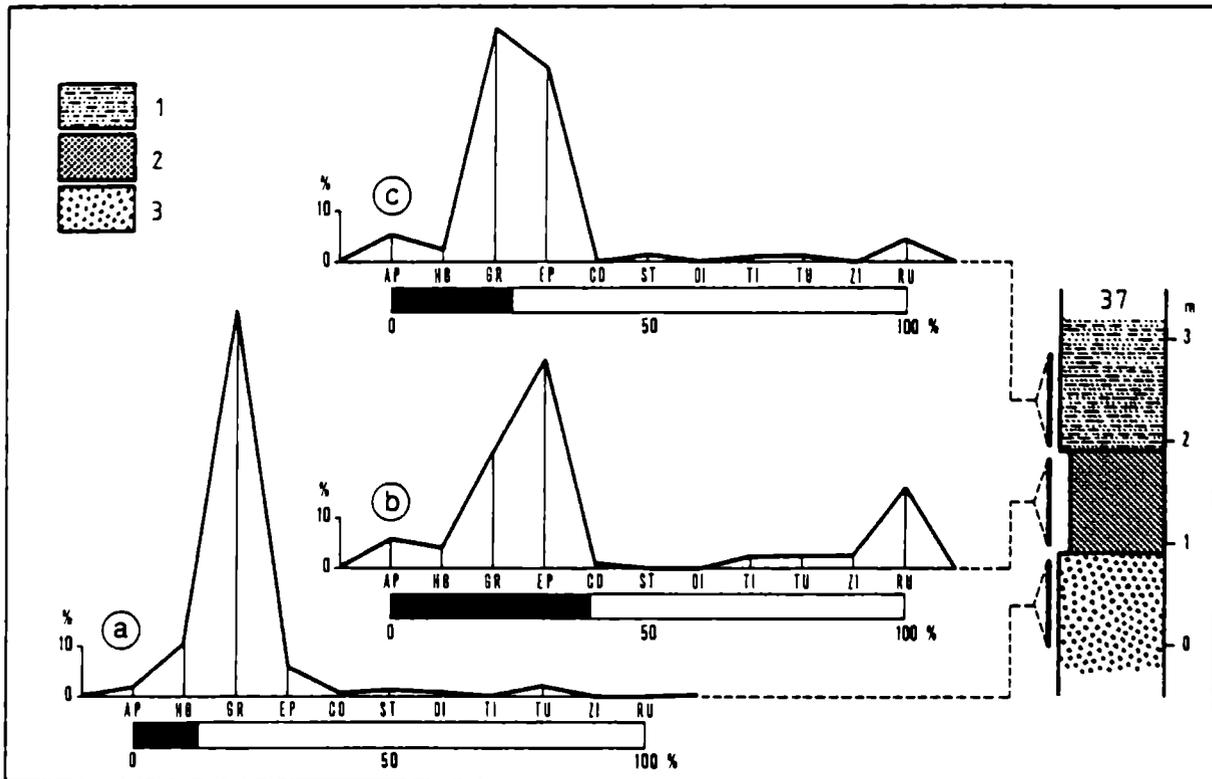


Abb. 31. Referenzaufschluß 37 (1). 1=bläulich-grauer Tegel; 2=gelber Feinsand (Mehlsand); 3=kreuzgeschichteter, grauer Grobsand.

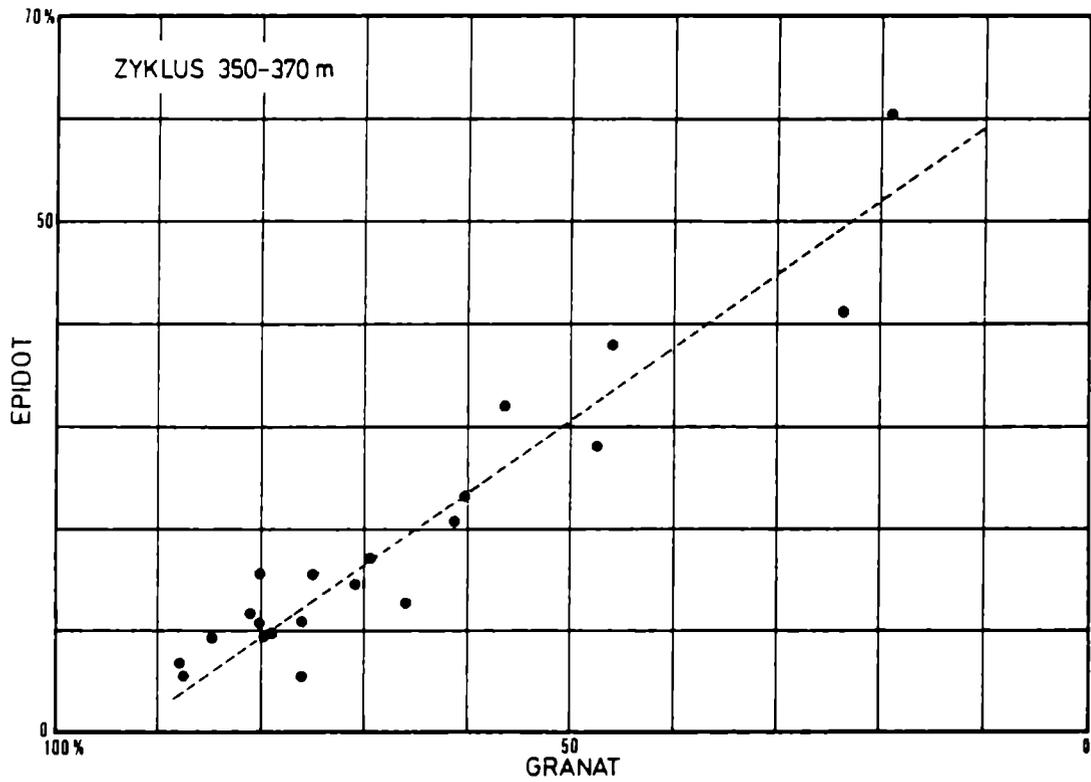


Abb. 32. Beziehung zwischen der GR-Abnahme und der EP-Zunahme in den untersuchten 21 Sedimentproben (s. Tabelle 5) des Zyklus 350-370 m.

4.1.6. Alter und Korrelation der Jennersdorfer Schichten

Die Schichten von Jennersdorf sind praktisch fossil-leer. Daher ist eine Alterseinstufung nur auf Grund der gegebenen Lagerungsverhältnisse durch Korrelation möglich.

K. KOLLMANN (1965) stufte die Kohle von Henndorf in die Zone E des Pannonien (bio- bzw. chronostratigraphische Einteilung der zentralen Paratethys, s. stratigraphische Gliederung in Abb. 33) ein. Der Zone F, die bereits dem Pontien angehört, fehlen nach diesem Autor Ablagerungen. Zone G enthält die Schichten von Jennersdorf (auch "Blaugrüne Serie" genannt), die vom Taborer Schotter unterlagert werden. Der Taborer Schotter liegt über einem Paläorelief, das in die Schichtfolgen der Zone E (Pannonien) eingeschnitten ist. Zone H ist abermals durch Sedimente nicht vertreten.

Als Bildungsraum für die Kohle von Henndorf muß die Westabdachung der Südburgenländischen Schwelle angenommen werden. Regionalgeologisch handelt es sich hierbei um den Ostrand des Steirischen Beckens. Der Raum "Bachselten-St. Michael" liegt im Bereich des Ostrandes des Steirischen Beckens. Kohelingeologische Erkundungsarbeiten (K. NEBERT 1981) ergaben für diesen Raum eine lithostratigraphische Gliederung, die sich an jene des Westrandes des Pannonischen Beckens anlehnt (Abb. 33). Das Pontien beginnt mit der Ton-Sand-Folge op_1 . Darüber folgt die Lignit-Folge op_2 , die mehrere bauwürdige Kohlenflöze enthält. Die beiden Folgen op_1 und op_2 bilden einen ersten Sedimentationszyklus. Während einer Trockenlegungsphase wurde ein Großteil der abgelagerten Sedimente abgetragen, so daß der Neuberger Schotter ($op_{3\alpha}$ mit welchem der zweite Sedimentationszyklus beginnt, über einem Paläorelief liegt. Der Neuberger Schotter, das Korrelat des Taborer Schotters, setzt sich lateral in den über dem Grundgebirge liegenden Basalschotter der Südburgenländischen Schwelle fort. Über dem Neuberger Schotter folgt in vertikaler Richtung die Sandfolge op_{3B} .

	ZONE	FÜRSTENFELDER BECKEN nach KOLLMANN 1965	HENNDORFER BERGE	OSTRAND DES STEI- RISCHEN BECKENS nach NEBERT 1981	SÜDBURGENLÄN- DISCHE SCHWELLE nach NEBERT 1977	ZONE
PONTIEN	H		(Zyklus 350-370m) Jennersdorfer Schichten	Sand-Folge op _{3β}	Sand-Folge op ₃	H
	G	Schichten von Jennersdorf (Blaugrüne Serie) Taborer Schotter	(Zyklus 240-275m) Paläorelief Sedimentfolge mit der Kohle von Henndorf	Neuberger Schotter op _{3α} Paläorelief Lignit-Folge op ₂	Basalschotter Karstrelief Grundgebirge	G
	F	Paläorelief		Ton-Sand-Folge op ₁		F
PANNONIEN	E	Kohle von Henndorf und Schiefer Schichten von Loipersdorf u Unt Lamm				E

Abb. 33. Lithostratigraphische Gliederung der neogenen Schichtfolgen im Ablagerungsbereich der Hennendorfer Berge sowie des Ostrandes des Steirischen Beckens und der Südburgenländischen Schwelle.

Die Jennersdorfer Schichten lassen sich mit der Sand-Folge $op_{3\beta}$ des Ostrand des Steirischen Beckens korrelieren, wobei der Kleinschotter an der Basis des Zyklus 240-275 m vermutlich dem Neuburger Schotter ($op_{3\alpha}$) bzw. dem Taborer Schotter entspricht. Wir müssen daher annehmen, daß die Jennersdorfer Schichten wahrscheinlich über einem Paläorelief ruhen. Dasselbe ist in jene Schichtfolge eingeschnitten, welche die Kohle von Henndorf enthält. Die kohleführende Sedimentfolge ist mit der Lignit-Folge op_2 des Ostrand des Steirischen Beckens zu korrelieren.

Auf Grund dieser Überlegungen wären die Jennersdorfer Schichten ins *o b e r e P o n t i e n* zu stellen und entsprächen dem oberen Abschnitt der Zone G sowie der Zone H des Wiener Beckens (Abb. 33).

4.1.7. Bemerkungen zur stratigraphischen Gliederung der Jennersdorfer Schichten

Die stratigraphische Gliederung der Jennersdorfer Schichten wurde nicht auf lithologischer Basis, sondern mit Hilfe der Ergebnisse der Schwermineralanalyse durchgeführt. Die Schwermineralassoziationen der entnommenen Proben ließen sich zu Phasen gruppieren, die sodann die Aufstellung von 5 Sedimentationszyklen ermöglichten (Abb. 3). Da die Jennersdorfer Schichten söhlig gelagert sind, erfolgte die Grenzziehung zwischen den einzelnen Sedimentationszyklen auf der geologischen Karte entlang von topographischen Höhenlinien.

In Neogengebieten, wo die Mächtigkeit eines Sedimentationszyklus mehrere hundert Meter erreichen kann, ergab sich ein gesetzmäßiger Wandel der Schwermineralzusammensetzung im Ablauf eines Sedimentationszyklus. Jeder Zyklus beginnt mit einer Granat-Phase, die über eine Granat-Epidot-Phase in eine Epidot-Phase übergeht (K. NEBERT 1983a und 1983b).

Wie entstehen nun die Schwermineralphasen? Diese Frage läßt sich vielleicht auf statistischem Weg beantworten.

Bereits bei der Besprechung der einzelnen Zyklen der Jennersdorfer Schichten wurden einige Beziehungen zwischen verschiedenen Schwermineralien graphisch veranschaulicht. Da der Phasenwechsel bei allen vorhin besprochenen Zyklen analog verläuft, lassen sich die Ergebnisse der Schwermineralanalysen zu einem Kollektiv verarbeiten und graphisch als Sammeldiagramme darstellen, wobei die Ergebnisse von insgesamt 108 Sedimentproben berücksichtigt wurden.

Zunächst soll die Beziehung Granat-Epidot erörtert werden. Trotz einer gewissen Streuung zeigt die Grafik in Abb. 34 eindeutig eine Beziehung zwischen diesen beiden Schwermineralarten: Die GR-Abnahme verläuft zur EP-Zunahme entlang einer Exponentialkurve. Eine analoge Beziehung ließ sich auch bei Sedimentationszyklen anderer Neogenräume ableiten (K. NEBERT 1983 b). Auch dort reicherte sich EP auf Kosten des GR an. Diese Anreicherung ist jedoch eine relative, d.h. EP reicherte sich an, weil GR nicht mehr in entsprechenden Mengen in den Ablagerungsraum gelangte. Hierfür können mehrere Gründe angeführt werden. Die nächstliegende Erklärung wäre die Annahme, daß sich die EP-Anreicherung und GR-Verarmung während des Transportes vollzogen hat, gewissermaßen durch eine s e l e k t i v e T r a n s p o r t a u s l e s e. Dagegen spricht aber die hohe mechanische Resistenz des GR, die im Widerspruch zu einer derartigen Auslese steht. Zudem müßte ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Korngröße eines Sediments, die in erster Linie von der Transportlänge und der Transportenergie bestimmt wird, und der Zusammensetzung seiner Schwermineralassoziation bestehen. An vielen Beispielen -so auch im vorliegenden Bericht- konnte indessen eindeutig nachgewiesen werden, daß zwischen Korngröße eines Sediments und dessen Schwermineralgehalt keine Beziehungen existieren.

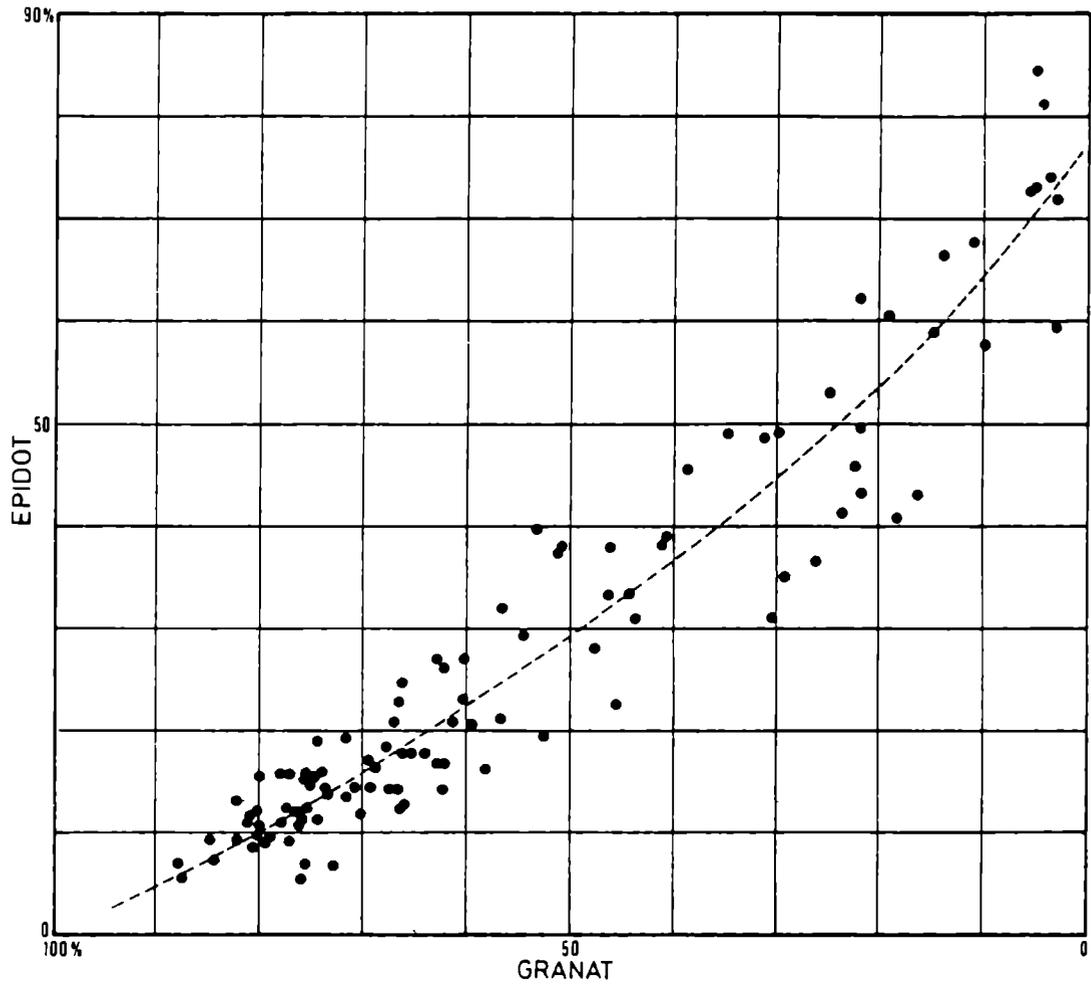


Abb. 34. Beziehung zwischen der GR-Abnahme und EP-Zunahme in 108 Sedimentproben der Jennersdorfer Schichten (Tabelle 1 - 5). Erläuterung im Text.

Zweitens könnte man annehmen, daß sich der petrographische Charakter des Liefergebietes bzw. des Liefergesteins geändert hätte. Eine Änderung in der petrographischen Zusammensetzung des Liefergesteins hätte gewiß ihre Spur in der Funktionskurve hinterlassen, etwa in Form eines Knickes. Aber nichts dergleichen: Die Kurve zeigt einen sanft-gebogenen, kontinuierlichen Verlauf.

Eine dritte Erklärungsmöglichkeit wäre ein selektiver Verwitterungsprozeß. Unter dem Einfluß eines feucht-warmen, subtropischen bis tropischen Klimas war das Liefergestein im Alimentationsgebiet einer intensiven Verwitterung ausgesetzt. Der verwitterungsanfällige GR wurde im Liefergebiet zersetzt und langsam ausgemerzt. Der chemisch resistenterere EP konnte sich dabei anreichern und gelangte in erhöhter Menge in den Ablagerungsraum (K. NEBERT 1983 b).

Als Zersetzungsprodukte des GR entstanden sekundäre Fe-Mineralien. Dies geht eindeutig aus der oberen Grafik der Abb. 35 hervor. In ihr nimmt GR mit zunehmendem Gehalt der opaken Körner rapide ab. Die Tendenz der Abnahme würde einer exponentialen Funktionskurve entsprechen. Die Zunahme der opaken Mineralien ist somit zum Großteil auf die Zerstörung des GR zurückzuführen. Übrigens äußert sich unter dem Mikroskop der Beginn der Granatzersetzung als Limonitumrandung und -umkrustung der einzelnen Granatkörner (mündliche Mitteilung der Herren Dr. Sauer und Dr. Stattegger).

Zugleich findet durch den intensiven Verwitterungsvorgang auch eine selektive Anreicherung der chemisch extrem resistenten, d.h. verwitterungsfesten Mineralien (TU, ZI und RU) statt. Diesen Vorgang belegt die untere Grafik der Abb. 35: Die Anreicherung der verwitterungsstabilen Schwermineralien (TU+ZI+RU) verläuft zur Anreicherung der aus der Granatzersetzung hervorgegangenen opaken Körner entlang einer Exponentialkurve.

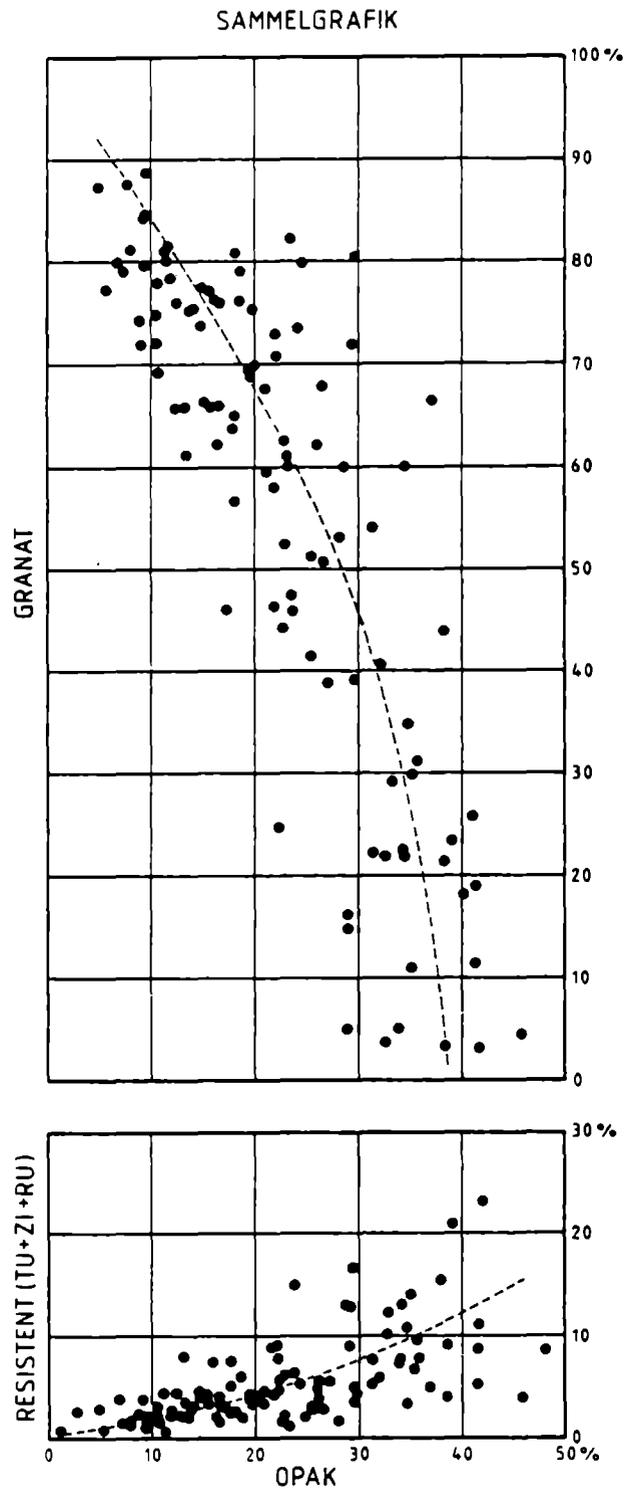


Abb. 35. Obere Grafik: Beziehung zwischen der GR-Abnahme und der Anreicherung von opaken Körnern. Untere Grafik: Beziehung zwischen den extrem resistenten Schwermineralien (TU+ZI+RU) und den opaken Körnern. Untersucht wurden 108 Sedimentproben der Jennersdorfer Schichten.

Aus den angeführten drei Grafiken (Abb. 34 und Abb. 35) ergibt sich die Folgerung: Die verwitterungsbedingte, chemische Zersetzung des GR führte einerseits zu einer Anreicherung von opaken Mineralien, andererseits bewirkte sie eine relative Erhöhung des EP- sowie des TU+ZI+RU-Gehaltes. Der Vorgang läßt sich somit als " s e l e k t i v e V e r w i t t e r u n g " bezeichnen. Die Schwermineralassoziation einer Sedimentprobe spiegelt demnach den V e r w i t t e r u n g s g r a d d e s L i e f e r m a t e r i a l s wider.

Bei M e g a z y k l e n bzw. M e g a z y k l o - t h e m e n , d.h. bei Sedimentationszyklen mit Sedimentmächtigkeiten von einigen hundert Metern (wie beispielsweise bei den Eibiswalder Schichten, K. NEBERT 1983b) verlief p a r a l l e l zum Phasenwechsel des Schwermineralgehalts eine Abnahme der Korngröße des abgelagerten Materials. So ließ sich an Hand der Korngröße und der begleitenden primären Sedimentstrukturen eine f l u v i a t i l e , eine f l u v i a t i l - l i m n i s c h e und eine l i m n i s c h e P h a s e innerhalb eines Sedimentationszyklus abgrenzen. Dabei erfolgte die Abnahme der Korngröße in keiner Weise graduell-kontinuierlich. Jedoch im großen und in seiner Gesamtheit gesehen, startete ein Megazyklus stets mit der Ablagerung von grobem bis extrem grobem Material und endete mit feinstkörnigen Sedimenten. Begleitet wurde die Abnahme der Korngröße der Sedimente von einer Änderung in der Zusammensetzung ihres Schwermineralgehaltes. Innerhalb der fluviatilen Phase dominierte GR (Granat-Phase). Die Zusammensetzung der Schwermineralassoziation während der fluviatil-limnischen Phase bestand überwiegend aus GR und EP (Granat-Epidot-Phase). Und schließlich war die limnische Phase durch ein Überhandnehmen des EP und einer beachtlichen Reduzierung des GR gekennzeichnet (Epidot-Phase). Die Grenzen zwischen den einzelnen Phasen wurden, wie eingangs dargelegt, empirisch festgelegt (K. NEBERT 1983 b) und auch für die zyklisch-stratigraphische Gliederung der Jennersdorfer Schichten übernommen.

Die lithofazielle Analyse und die Schwermineralanalyse führten zu der Erkenntnis, daß sich in der Korngröße eines Sediments die orographische Beschaffenheit des Liefergebietes, die Senkungsgeschwindigkeit des Beckenbodens sowie die Länge des Transportweges abgebildet haben, wohingegen die Schwermineralassoziation den Verwitterungsgrad des Liefermaterials widerspiegelt. Der Schwermineral-Phasenwechsel verlief parallel zum lithofaziellen Phasenwechsel.

Im Gegensatz zu den sedimentmächtigen Megazyklen der Eibiswalder Schichten betragen die Mächtigkeiten der Jennersdorfer Schwermineral-Zyklen nur einige Zehner von Metern (15 m bis 40 m). Ließen sich die Megazyklen im Eibiswalder Raum auf diastrophische Vorgänge regionalen Ausmaßes, wie etwa Hochschaltung des gesamten Alimentationsgebietes verbunden mit der Freilegung riesiger Gesteinsmassen, zurückführen, so kann man für die Zyklenentstehung bei den Jennersdorfer Schichten lediglich Oszillationen im Bereich des bereits stark nivellierten Liefergebietes annehmen. Zwar legten die Oszillationen frisches Gestein frei, wodurch ausgeprägte Granat-Phasen entstanden, die sodann von Epidot-Phasen abgelöst wurden, jedoch verhindert die weiter unten zu besprechenden Sedimentationsrhythmen einen regelmäßigen Parallelverlauf zwischen Schwermineralphasen und lithofaziellen Phasen. Lediglich im Zyklus 275-290 m (vgl. Aufschluß 30 in Abb. 11, S. 30) verlaufen die lithofaziellen Phasen parallel zu den Schwermineralphasen. Die übrigen vier Zyklen sind in lithofazieller Hinsicht rhythmisch gegliedert, derart, daß ganz allgemein gesagt werden kann, die Jennersdorfer Schichten seien rhythmisch oder kleinzyklisch aufgebaut.

Ein Rhythmus oder Kleinzklus ist aus Sedimentationseinheiten aufgebaut. Seine Mächtigkeit liegt zwischen 8 m und 10 m. Im Idealfall besteht ein Rhythmus aus folgenden Sedimentationseinheiten: Zuerst tritt ein etliche Meter starker Kleinschotter-Komplex auf (Aufschluß 51

in Abb. 4, S. 19). Es folgt sodann ein grob- bis mittelkörniger, unterschiedlich mächtiger Sand. Darüber liegt, desgleichen in unterschiedlicher Mächtigkeit, ein feinkörniger Sand, den man als Mehlsand bezeichnen könnte. Der Rhythmus endet mit Tegel oder bzw. und Ton.

Die Kleinschotterablagerungen enthalten mäßig bis gut gerundete, erbsen- bis walnußgroße Quarzklasten, die in einer sandig-tonigen Matrix stecken. Die Schotterablagerungen sind meistens diagonal, seltener horizontal geschichtet. Es handelt sich hierbei um **K i e s b a n k a b l a g e r u n g e n**, die nach D. MADER (1982) in Rinnen unterschiedlicher Breite und Tiefe im hochintensiven unteren und im oberen Fließregime zur Ablagerung gelangten.

Auch der darauffolgende grob- bis mittelkörnige Sandkomplex ist meistens schräg geschichtet. Er führt diffus verteilte, erbsen- bis walnußgroße Quarzgerölle, oder wird von Kleinschotter-Bänken (Aufschluß 26, Abb. 15, S. 36) bzw. -Linsen (Abb. 22, S. 45) durchsetzt. Dieser Sandkomplex stellt **S a n d b a n k a b l a g e r u n g e n** dar, die desgleichen in Rinnen abgelagert wurden.

Der Mehlsandkomplex besteht aus einem gelben, sehr feinkörnigen, in der Regel ungeschichteten Sand, der in flachen Rinnen im geringintensiven unteren Fließregime in Form eines sandigen **Ü b e r f l u t u n g s a b s a t z e s** abgelagert wurde (D. MADER 1982).

Der zumeist deutlich horizontal geschichtete Tegel sowie der ungeschichtete Ton sind tonige **Ü b e r f l u t u n g s a b s ä t z e** in flachen Rinnen im geringintensiven unteren Fließregime und in Seen im Stillwasser (D. MADER 1982).

Selbstverständlich treten im Aufbau eines Rhythmus bzw. Kleinzyklus auch Abweichungen vom Normalfall auf. Doch stets nimmt die Korngröße innerhalb eines jeden Rhythmus in vertikaler Richtung deutlich ab.

Des rhythmischen Aufbaues der Jennersdorfer Schichten zufolge, ging die Parallelität zwischen lithofaziellen Phasen und Schwermineral-Phasen verloren. So kann sich beispielsweise die Sedimentation des ersten Kleinzyklus gänzlich in der Granat-Phase vollzogen haben (Aufschluß 51, Abb. 4, S. 19). Der zweite Kleinzyklus wurde teilweise oder ganz in der Granat-Epidot-Phase sedimentiert (Aufschluß 46, Abb. 7, S. 24, oder Aufschluß 36, Abb. 16, S. 37). Und schließlich reicht die Spannweite des dritten Rhythmus von der Granat-Epidot-Phase zur Epidot-Phase. Andererseits gibt es auch Beispiele, wo ein Rhythmus sämtliche Schwermineral-Phase aufweist (Aufschluß 15, Abb. 21, S. 44).

Der kleinzyklische Aufbau einer Sedimentfolge ist für fluviatile Sedimente kennzeichnend. Ferner führen alle Sedimentationseinheiten reichlich Glimmer, was nach D. MADER desgleichen als Charakteristikum für fluviatile Sedimente gilt. Schließlich ist der untere Abschnitt eines Sedimentationsrhythmus sehr oft kreuz- bzw. diagonalgeschichtet. Diese primären Sedimentstrukturen sind typisch für fluviatile Sedimente. Daraus läßt sich der f a z i e l l e C h a r a k t e r der Jennersdorfer Schichten ableiten: Sie sind überwiegend f l u v i a t i l e S e d i m e n t e , abgelagert in verflochtenen und mäandrierenden Flüssen sowie in Seen im Stillwasser.

Abschließend wäre noch der Aussagewert der Hornblende (HB) zu besprechen. In fast allen Proben ist HB in geringen Mengen vertreten. Dieser Umstand hängt mit ihrer Transportanfälligkeit zusammen. Sedimente mit wenig HB haben einen wesentlich längeren Transportweg zurückgelegt als solche mit beachtlichen Mengen von HB. So muß man beispielsweise für die Sedimente der Proben 25d und 25e (Abb. 17, S. 38) des Aufschlusses 25 (1), welche einen HB-Gehalt bis zu 25% (vgl. Tabelle 3) enthalten, einen kurzen Transportweg annehmen.

4.2. Quartäre Ablagerungen

Die quartären Ablagerungen setzen sich aus Alluvionen und aus Terrassenablagerungen zusammen.

Die q u a r t ä r e n T e r r a s s e n a b l a g e - r u n g e n nehmen zwei topographische Niveaus ein.

Die älteren Terrassenablagerungen kommen im äußersten Osten der Henndorfer Berge (Kartenblatt 2) vor, und zwar bei den Ortschaften Kreuzstadl und Schlößlberg. Dort nehmen sie das topographische Niveau zwischen 290 m und 330 m ein. Geeignete Aufschlüsse fehlen. Doch läßt sich ihr Verbreitungsgebiet aufgrund der massenhaft auftretenden, gut gerundeten, bis faustgroßen Quarzgeröllen genau abgrenzen, da denn Jennersdorfer Schichten Klasten dieser Dimensionen fehlen.

Die jüngeren Terrassenablagerungen treten desgleichen im äußersten Osten des Gebietes auf. Von Mogerndorf, im Süden, bis nach Wallendorf, im Norden, umgeben sie zonenartig die Jennersdorfer Schichten. Die jüngeren Terrassenablagerungen sind an Verebnungsflächen (ca. 230 m Seehöhe) gebunden. Örtlich sind diese Verebnungsflächen übersät mit Quarzrundlingen, die nur zu oft die Größe einer Faust erreichen.

A l l u v i o n e n sind weit verbreitet im untersuchten Gebiet. Sie gehören den ausgedehnten Alluvialebenen der Raab und der Lafnitz, sowie deren Nebenbächen an. Wie eingangs gezeigt wurde, grenzen diese Alluvialebenen die Henndorfer Berge im Süden, Osten und Norden ab.

Die Alluvionen bestehen aus aufgearbeiteten Sedimenten des Neogens.

5. Die Kohlenvorkommen der Henndorfer Berge

5.1. Geschichtliches

Kohlenvorkommen im Gebiet der Henndorfer Berge werden bereits vor dem Ersten Weltkrieg erwähnt (A. AIGNER 1907, W. PETRASCHECK 1922/24 u. 1926/29). Genauere Daten über Flözmächtigkeiten, Qualität der Kohle und Produktionszahlen erscheinen erst nach dem Ersten und dem Zweiten Weltkrieg (J. KOMPOSCH 1928, H. KÜPPER 1951 u. 1959, ROSNER 1949). Sie beziehen sich auf Gruben, die in der Umgebung der Ortschaften Henndorf und Jennersdorf lagen.

So wird von einem Braunkohlenbergbau bei Henndorf (1) berichtet (J. KOMPOSCH 1928, H. KÜPPER 1951 u. 1959), der zeitweise im Betrieb war und beispielsweise im Jahre 1924 eine Jahresförderung von 411 t Kohle hatte. Im Jahre 1925 sank die Produktion auf 10 t. Die durchschnittliche Flözmächtigkeit betrug 0,80 m, stellenweise erreichte sie 1,20 m. Die Kohle wurde in mehreren Stollen mit Unterbrechungen bis 1935 gewonnen.

Kurzlebig waren auch die Grubenbaue nördlich von Jennersdorf. Von dort sind Schürfe aus dem Rehgraben und Edelsgraben bekannt (J. KOMPOSCH). Die durchschnittliche Flözmächtigkeit betrug auch dort 0,80 m.

Weitere Lignitvorkommen kennt man südlich von Loipersdorf und aus der Umgebung der Ortschaft Hartbergen (E. GEUTEBRÜCK 1980).

All diese Lignitlagerstätten wurden in Zwergbetrieben abgebaut. Wegen ihrer geringen Flözmächtigkeit waren sie unrentabel. Auch trug die niedrige Qualität der Kohle dazu bei, daß der Schurfbetrieb schon nach kurzer Zeit eingestellt wurde. Bei Henndorf wurden die Gruben wegen Unrentabilität 1935 endgültig geschlossen. Bei Jennersdorf waren im Jahre

1949 zwei Stollen im Betrieb (ROSNER). Wegen Unrentabilität wurde der Bergbau jedoch auch dort bald aufgegeben.

5.2. Bemerkungen zu den auf der geologischen Karte angeführten Kohlenindikationen

Die aufgelassenen Kohlenschürfe haben heute den Wert von Kohlenindikationen

Die Eintragungen der Kohlenindikationen auf der geologischen Karte (1) stützen sich in erster Linie auf Literaturangaben. Dabei fehlt den betreffenden Angaben meistens eine exakte geographische Lokation. Es wird ganz allgemein von Gruben bei Henndorf oder von Schürfen nördlich von Jennersdorf berichtet. Einige dieser aus der Literatur bekannten Gruben habe ich mit Hilfe von alten Grubenarbeitern zu identifizieren und zu lozieren versucht.

E. GEUTEBRÜCK (1980) erwähnt einen aufgelassenen Bau südlich von Loipersdorf und trägt ihn in seine Kartenskizze ein. Eine exakte geographische Lageangabe fehlt. Dieses Lignitvorkommen habe ich auf der geologischen Karte (1) desgleichen südlich von Loipersdorf eingetragen, östlich der Ortschaft Dachengruben. Es ist dies keine exakte geographische Lokation.

Zwischen Gillersdorf und Oberhenndorf ließen sich mit Hilfe alter Grubenarbeiter die geographischen Lagen von drei Kohlengruben festlegen. Von den alten Gruben war nichts mehr zu sehen. Vermutlich handelt es sich hierbei um jene Schürfe, die in der Literatur dem Henndorfer Grubenfeld zugeordnet und die ganz allgemein als "Kohlenvorkommen von Hennendorf bzw. von Hartbergen" bezeichnet wurden.

Mit Hilfe eines früheren Grubenarbeiters konnten die Gruben im Rehgraben geographisch loziert werden. Dagegen

ließen sich die Schürfe im Edelsgraben geographisch nicht fixieren.

Abschließend sei noch erwähnt, daß der Landwirt Johann Thier, Magland Nr. 42, bei einem Brunnenbau eine 10 cm starke Kohlenlage angeschnitten hat. Diese Stelle ist als Aufschluß 22 (1) am westlichen Rand der geologischen Karte eingetragen.

5.3. Geologische Situation der Henndorfer und Jennersdorfer Kohlevorkommen

Im vorigen Kapitel wurden die Jennersdorfer Schichten mit dem Neuberger Schotter $op_{3\alpha}$ und der Sand-Folge $op_{3\beta}$ des Ostrandes des Steirischen Beckens korreliert (s. Abb. 33, S. 60). Die Schichtfolge mit der Kohle von Henndorf würde der Lignit-Folge op_2 entsprechen. Sie wird im folgenden als "Henndorfer Lignit-Folge", und die Kohle, der Einfachheit halber, als die "Henndorfer Kohle" bezeichnet, wobei diese Bezeichnung auch für die Kohlevorkommen von Jennersdorf gilt.

Da zwischen dem Neuberger Schotter ($op_{3\alpha}$) und der Lignit-Folge (op_2) am Ostrand des Steirischen Beckens ein Paläorelief besteht, muß man letzteres auch für die Jennersdorfer Schichten und die darunterliegende Henndorfer Lignit-Folge annehmen. Mit anderen Worten: Ein Paläorelief ist in die Henndorfer Lignit-Folge eingeschnitten. Über dem Paläorelief liegen die Jennersdorfer Schichten.

Die im vorigen Unterkapitel besprochenen Lignitindikationen von Henndorf und Jennersdorf gehören somit zur Henndorfer Lignit-Folge, die ihrerseits ein Korrelat der Lignit-Folge op_2 ist. Dementsprechend müssen wir für die Henndorfer Kohle den gleichen Bildungsräum wie für die Lignit-Folge op_2 annehmen, nämlich den Ostrand des Steirischen Beckens bzw. die Westabdachung der Südburgenländischen Schwelle.

Die vorhandenen Lignitabrisse und angefahrenen Lignitlagen und -bänke stellen vermutlich einen oberen stratigraphischen Ausschnitt der Henndorfer Lignit-Folge dar. Zu berücksichtigen wäre aber, daß Teile der Henndorfer Lignit-Folge noch vor der Ablagerung der Jennersdorfer Schichten während einer Trockenlegungsphase (Paläorelief !) abgetragen wurden.

Im untersuchten Gebiet sind die Schichten der Henndorfer Lignit-Folge nirgends freigelegt. Es muß indessen angenommen werden, daß der erste Sedimentationszyklus (240-275 m, s. Abb. 33) der Jennersdorfer Schichten unmittelbar über den Sedimenten der Henndorfer Lignit-Folge liegt.

5.4. Montangeologische Bemerkungen

Nachdem für die Henndorfer Lignit-Folge der gleiche Bildungsraum wie für die Lignit-Folge op_2 des Ostrand des Steirischen Beckens angenommen wurde, dürfte auch die lithostratigraphische Zusammensetzung der Henndorfer Lignit-Folge ähnlich wie jene der op_2 -Folge sein. So wird die Lignit-Folge von Henndorf desgleichen aus zahlreichen Kohleschmitzen (Stärke < 10 cm), Kohlelagen (Stärke 10 - 50 cm) und Kohlebänken (Stärke > 50 cm) aufgebaut sein. Zwischen diesen Kohleschichten schalten sich Zwischenmittel (Sand, Tegel und Ton) in unterschiedlicher Stärke ein. In vertikaler Richtung vereinigen sich die Kohleschichten zu Flözgruppen, die sowohl in lateraler als auch in vertikaler Richtung heterogen aufgebaut sind. Auch sind die einzelnen Kohlelagen und -bänke absetzig und unbeständig ausgebildet.

Einige Daten aus der vorhandenen Literatur geben uns Anhaltspunkte über die brennstoffchemi-

s c h e n E i g e n s c h a f t e n der Henndorfer Kohle. Nach H. KÜPPER (1951) soll ihr Heizwert 2.700 kcal/kg (roh-Substanz), ihr Wassergehalt 42% (roh-Substanz) betragen. Diese wenigen Angaben weisen darauf hin, daß die Henndorfer Kohle ungefähr die gleiche Qualität besitzt wie jene des Westrandes des Pannonischen Beckens (Höll, Deutsch Schützen, Ober- und Unterbildein, K. NEBERT 1979).

5.5. Schlußfolgerungen und Vorschläge

Die bisher angefahrenen und abgebauten Kohlenlagen **und** Kohlenbänke der Henndorfer Lignit-Folge erwiesen sich wegen ihrer geringen Mächtigkeit als unwirtschaftlich. Auch dürfte die minderwertige Qualität der Henndorfer Kohle Absatzschwierigkeiten erzeugt haben.

In regionalgeologischer Hinsicht stellen die abgebauten Henndorfer Flöze vermutlich nur den oberen Abschnitt einer mächtigeren Kohlenfolge, nämlich der Henndorfer Lignit-Folge dar. In der Tiefe könnten bauwürdige Flözgruppen vorhanden sein. Zwar eignet sich die Henndorfer Kohle für den Hausbrand nicht, wohl aber könnte sie als Energieträger für ein thermisches Kraftwerk verwendet werden.

Infolgedessen werden zur Klärung der montangeologischen Situation der Jennersdorfer und Henndorfer Kohlenvorkommen einige **E r k u n d u n g s b o h r u n g e n** vorgeschlagen. Die Lozierung der Bohrpunkte müßte in der Nähe schon bekannter Kohlenindikationen erfolgen. Die einzelnen Bohrungen sollten bis zu 200 m Tiefe abgeteuft werden. Je nach den erzielten Ergebnissen könnte anschließend ein detailliertes Bohrprogramm entworfen werden.

6. Literaturverzeichnis

- AIGNER, A. (1907): Die Mineralschätze der Steiermark.-
Wien (Spielhagen & Schurich).
- GEUTEBRÜCK, E. (1980): Übersicht über die kohleführenden
und kohlehöffigen Tertiärgebiete der Steiermark.-
Unveröff. Bericht, Forschungsprojekt 2975, Geol.
B.-A.; Wien.
- KOMPOSCH, J. (1928): Braunkohlenbergbau Henndorf, Burgenland.-
Unveröff. Bericht, Geol. B.-A.; Wien.
- KÜPPER, H. (1951): Braunkohlenbergbau Henndorf.- Unveröff.
Bericht, Geol. B.-A.; Wien.
- KÜPPER, H. (1959): Braunkohlenbergbau Jennersdorf.- Unver-
öff. Bericht, Geol. B.-A.; Wien.
- KOLLMANN, K. (1960): Das Neogen der Steiermark (mit beson-
derer Berücksichtigung der Begrenzung und seiner Glie-
derung).- Mitt. Geol. Ges. Wien, 52, 159 - 167; Wien.
- KOLLMANN, K. (1965): Jungtertiär im Steirischen Becken.-
Mitt. Geol. Ges. Wien, 57, (2), 479 - 632; Wien.
- MADER, D. (1982): Sedimentologie und Genese des Buntsand-
steins in der Eifel.- Z. dt. geol. Ges., 133, 257 -
307; Hannover.
- NEBERT, K. (1979): Die Lignitvorkommen Südostburgenlands.-
Jahrb. Geol. B.-A., 122, (1), 143 180; Wien.
- NEBERT, K. (1980): Die Lignitvorkommen Burgenlands.- Un-
veröff. Bericht, Forschungsprojekt 2975, Geol. B.-A.;
Wien.
- NEBERT, K. (1981): Die Ergebnisse der kohlengeologischen
Untersuchungen im Raume Bachselten-St.Michael (Bur-
genland).- Unveröff. Bericht, Forschungsprojekt BA
3B/81, Geol. B.-A.; Wien.

- NEBERT, K. (1983 a): Die Kohle als Faziesglied eines Sedimentationszyklus.- BHM, Jg. 128, (4), 106 - 112; Wien.
- NEBERT, K. (1983 b): Zyklische Gliederung der Eibiswalder Schichten (Südweststeiermark).- Jb. Geol. B.-A.; Wien (im Druck).
- PETRASCHECK, W. (1922/24 u. 1926/29): Kohlengeologie der österreichischen Teilstaaten I und II.- Wien und Kattowitz.
- ROSNER (1949): Kohlenvorkommen im Raume Jennersdorf, Südburgenland.- Unveröff. Bericht, Geol. B.-A.; Wien.

Anhang

5 Tabellen: Schwerminerallisten der Jennersdorfer Schichten.

Tabelle 1

Schwermineralliste der Jennersdorfer Schichten: Zyklus 240-275 m
(Anzahl der gezählten Körner)

PROBENR.	TOTAL	OPAK	DURCHS.	AP	HB	GR	EP	CD	ST	DI	TI	TU	ZI	RU	GR:EP
EPIDOT-PHASE															
31 (275m)	366	139	227	2	14	7	164	1	1	-	3	12	-	23	0,04
GRANAT-EPIDOT-PHASE															
3 (270m)	313	90	223	3	18	33	132	3	1	-	4	12	1	16	0,25
10a (255m)	341	109	232	5	19	95	91	1	2	-	5	2	1	11	1,04
13a (260m)	234	6	228	2	171	19	26	-	1	1	2	6	-	-	0,73
13b	321	95	226	6	71	89	44	1	-	1	3	5	-	6	2,02
13d	292	61	231	2	33	138	47	1	-	1	2	1	-	6	2,94
13e	301	65	236	5	27	137	38	2	1	1	4	-	-	21	3,61
20 (270m)	326	74	252	15	46	132	50	2	-	-	1	2	-	4	2,64
32 (270m)	331	103	228	2	16	124	67	1	4	-	2	3	7	2	1,85
43b (240m)	293	52	241	9	9	157	43	2	-	-	2	1	1	17	3,65
43d	290	51	239	2	23	153	43	3	5	2	2	5	1	-	3,56
45a (250m)	343	90	253	3	5	129	96	-	6	1	3	6	2	2	1,34
45b	328	92	236	3	2	126	94	-	6	-	1	4	-	-	1,34
46a (260m)	304	77	227	5	1	116	85	-	7	5	1	3	-	4	1,36
46b	299	68	231	5	2	145	63	1	2	4	4	3	1	1	2,30
Summe	4316	1033	3283	67	443	1593	919	17	35	16	36	53	14	90	1,73
GRANAT-PHASE															
4 (250m)	292	57	235	7	5	177	35	1	1	-	-	2	1	6	5,06
10b (255m)	307	45	262	3	6	194	42	1	2	-	1	5	-	8	4,62
13c (260m)	275	34	241	3	46	158	19	1	-	2	1	4	-	7	8,30
38 (255m)	163	15	148	1	6	125	11	-	4	-	-	-	-	1	11,36
43a (240m)	336	100	236	2	-	189	28	3	-	-	3	1	1	9	6,75
43c	312	73	239	3	-	197	31	1	4	-	-	2	1	-	6,35
43e	262	27	235	10	14	163	34	-	3	1	6	-	4	-	4,79
49 (255m)	263	14	249	7	17	192	23	-	2	-	-	6	2	-	8,35
50 (255m)	282	37	245	4	57	150	23	1	-	-	1	8	-	1	6,50
51a (255m)	269	37	232	3	11	175	29	3	3	-	1	6	1	-	6,03
51b	263	29	234	1	3	190	26	-	2	1	-	7	2	2	7,31
51c	293	45	248	5	8	192	30	-	-	-	4	4	1	4	6,40
Summe	3317	513	2804	49	173	2102	331	11	21	4	17	45	13	38	6,35

Tabelle 2

Schwermineralliste der Jennersdorfer Schichten: Zyklus 275-290 m
(Anzahl der gezählten Körner)

PROBENR.	TOTAL	OPAK	DURCHS.	AP	HB	GR	EP	CD	ST	DI	TI	TU	ZI	RU	GR:EP
EPIDOT-PHASE															
30e (280m)	330	89	241	1	30	14	175	3	-	1	-	16	-	1	0,08
GRANAT-EPIDOT-PHASE															
30c (280m)	318	83	235	1	32	134	50	2	3	-	2	10	-	1	2,68
30d	354	103	251	4	-	169	52	1	-	2	4	2	1	16	3,25
Summe	672	186	486	5	32	303	102	3	3	2	6	12	1	17	2,97
GRANAT-PHASE															
30a (280m)	284	57	227	2	16	169	26	1	-	1	1	7	2	2	6,50
30b	284	28	256	2	16	196	30	4	1	-	1	4	-	2	6,53
35a (275m)	250	23	227	2	8	172	35	-	2	-	-	5	1	2	4,91
35b	257	36	221	4	15	162	31	1	2	-	-	5	-	1	5,23
Summe	1075	144	931	10	55	699	122	6	5	1	2	21	3	7	5,73

Tabelle 3

Schwermineralliste der Jennersdorfer Schichten: Zyklus 290-330 m
(Anzahl der gezählten Körner)

PROBENR.	TOTAL	OPAK	DURCHS.	AP	HB	GR	EP	CD	ST	DI	TI	TU	ZI	RU	GR:EP
EPIDOT-PHASE															
25b (325m)	417	175	242	20	8	7	144	2	1	1	3	19	-	37	0,05
25c	363	122	241	3	2	12	204	1	-	1	-	6	-	12	0,06
33 (328m)	398	168	230	1	10	33	153	1	4	2	-	11	2	13	0,22
42 (320m)	351	123	228	7	3	25	155	-	-	-	5	8	4	21	0,16
44 (310m)	421	192	229	13	-	10	186	-	7	1	3	5	1	3	0,05
Summe	1950	780	1170	44	23	87	842	4	12	5	11	49	7	86	0,10
GRANAT-EPIDOT-PHASE															
1 (305m)	327	113	214	2	2	74	105	2	4	-	2	8	1	14	0,70
5 (310m)	338	125	213	4	-	141	53	1	-	-	3	2	3	6	2,66
6 (300m)	356	126	230	13	1	69	113	2	2	2	5	7	1	15	0,61
19 (315m)	411	170	241	4	72	62	88	-	1	1	-	3	2	8	0,70
23 (300m)	325	56	269	7	68	123	61	-	-	1	1	3	-	5	2,02
24 (310m)	364	125	239	9	16	52	119	2	3	-	6	10	3	19	0,44
25a (325m)	491	203	288	-	77	53	118	2	11	1	1	16	-	9	0,45
25d	474	229	245	2	64	74	77	1	5	1	-	14	-	7	0,96
25e	371	143	228	5	41	100	71	-	1	-	-	4	3	3	1,41
26a (320m)	503	276	227	-	20	151	52	-	-	-	-	4	-	-	2,90
26b	341	90	251	2	11	170	47	1	9	1	2	7	-	1	3,60
26c	304	68	236	14	19	58	125	2	2	-	2	5	-	9	0,46
26d	299	67	232	18	19	103	77	-	2	-	2	5	2	4	1,34
26e	349	102	247	6	4	177	48	1	-	-	2	3	-	6	3,69
36a (310m)	306	78	228	3	26	94	87	1	9	1	-	6	-	1	1,08
36b	354	126	228	5	17	71	111	-	2	3	1	15	2	1	0,64
36c	356	111	245	7	45	55	113	-	4	1	1	10	-	9	0,49
41 (320m)	319	86	233	8	7	90	107	1	4	1	2	9	1	3	0,84
Summe	6588	2294	4294	109	509	1717	1572	16	59	13	30	131	18	120	1,09
GRANAT-PHASE															
2 (295m)	274	40	234	4	-	181	37	1	-	1	1	-	2	7	4,89
40a (290m)	299	62	237	5	16	160	34	2	9	-	-	10	-	1	4,71
40b	259	35	224	1	29	169	16	-	3	-	1	4	-	1	10,56
48 (290m)	291	34	257	4	4	201	40	-	1	-	-	2	-	5	5,03
55a (290m)	290	63	227	1	27	165	16	-	6	-	2	9	-	1	10,3
55b	287	47	240	4	15	182	29	2	3	1	-	3	-	1	6,28
Summe	1700	281	1419	19	91	1058	172	5	22	2	4	28	2	16	6,15

Tabelle 4

Schwermineralliste der Jennersdorfer Schichten: Zyklus 330-350 m
(Anzahl der gezählten Körner)

PROBENR.	TOTAL	OPAK	DURCHS.	AP	HB	GR	EP	CD	ST	DI	TI	TU	ZI	RU	GR:EP
EPIDOT-PHASE															
8 (345m)	340	120	220	-	51	22	127	1	2	1	-	12	1	3	0,17
15d (340m)	332	96	236	2	11	12	173	5	-	1	2	7	4	19	0,07
15e	393	128	265	14	7	10	196	5	-	1	-	6	3	23	0,05
Summe	1065	344	721	16	69	44	496	11	2	3	2	25	8	45	0,09
GRANAT-EPIDOT-PHASE:															
9 (345m)	325	95	230	23	22	37	99	1	2	-	8	18	-	20	0,37
14d (340m)	309	68	241	13	14	112	80	1	1	-	1	5	1	13	1,40
15c (340m)	351	114	237	-	12	52	148	1	-	-	-	13	-	11	0,35
21a (340m)	356	119	137	4	49	69	83	1	12	1	-	12	1	5	0,83
21b	369	142	227	5	47	49	98	-	4	2	1	12	2	7	0,50
39a (345m)	328	84	244	6	4	147	66	-	7	1	1	4	-	8	2,23
39b	306	79	227	1	4	141	60	2	5	-	2	4	-	8	2,35
Summe	2344	701	1643	52	152	607	634	6	31	4	13	68	4	72	0,96
GRANAT-PHASE															
7 (340m)	275	21	254	4	12	209	23	-	3	-	-	2	-	1	9,09
12a (335m)	276	43	233	2	25	154	29	-	4	-	2	4	1	12	5,31
12b	260	23	237	4	20	170	32	1	-	-	1	6	2	1	5,31
12c	260	30	230	2	17	187	19	-	-	-	1	2	-	2	9,84
12d	304	74	230	3	5	169	32	1	3	3	2	-	3	9	5,28
14a (340m)	282	43	239	3	27	159	34	-	5	1	-	5	-	5	4,68
14b	273	31	242	1	10	194	29	1	4	1	1	-	-	1	6,69
14c	291	30	261	3	17	203	28	-	2	1	1	3	-	3	7,25
15a (340m)	293	25	268	5	18	213	24	-	-	1	-	3	2	2	8,88
15b	258	23	235	2	7	175	45	-	-	1	-	2	-	3	3,89
27 (333m)	287	47	240	-	47	149	34	-	1	1	-	5	-	3	4,38
28 (340m)	279	54	225	5	10	155	37	3	3	-	2	3	1	6	4,19
34 (330m)	252	30	222	1	10	175	29	-	-	1	-	3	1	2	6,03
53 (340m)	301	60	241	-	25	169	29	2	5	-	1	7	1	2	5,80
54 (340m)	267	43	224	1	20	148	40	2	3	1	-	5	-	4	3,70
Summe	4158	577	3581	36	270	2629	464	10	33	11	11	50	11	56	5,67

Tabelle 5

Schwermineralliste der Jennersdorfer Schichten: Zyklus 350-370 m
(Anzahl der gezählten Körner)

PROBENR.	TOTAL	OPAK	DURCHS.	AP	HB	GR	EP	CD	ST	DI	TI	TU	ZI	RU	GR:EP
GRANAT-EPIDOT-PHASE															
16c (360m)	308	55	253	2	7	143	81	2	1	1	3	3	-	10	1,77
18c (360m)	331	94	237	19	7	43	143	1	1	-	1	9	3	10	0,30
37b (360m)	396	154	242	15	10	57	100	2	-	-	7	6	6	39	0,57
37c	291	68	223	10	5	103	85	-	3	-	3	4	-	10	1,21
Summe	1326	371	955	46	29	346	409	5	5	1	14	22	9	69	0,85
GRANAT-PHASE															
11a (360m)	284	37	247	5	20	163	33	1	4	-	1	13	-	7	4,94
11b	352	121	231	2	22	139	54	-	3	2	1	4	-	4	2,57
11c	360	80	280	4	7	198	41	2	-	-	2	-	4	22	4,83
11d	262	24	238	4	1	202	22	-	4	-	1	2	1	1	9,18
11e	298	55	243	7	1	193	23	1	5	-	2	2	1	8	8,39
16a (360m)	279	18	261	-	8	209	28	2	2	2	-	9	1	-	7,46
16b	285	29	256	-	13	192	40	2	-	1	-	4	-	4	4,80
17 (352m)	302	59	243	1	18	169	42	-	3	-	1	8	-	1	4,02
18b (360m)	238	12	226	-	7	198	13	1	4	-	1	-	2	-	15,23
29a (355m)	264	18	246	3	19	195	24	1	-	-	-	3	-	1	8,10
29b	264	20	244	2	6	214	17	-	1	-	-	2	1	1	12,59
29c	289	52	237	2	6	192	28	2	-	-	-	2	1	4	6,86
29d	299	74	225	-	2	180	35	2	1	-	-	1	2	2	5,14
37a (360m)	265	33	232	4	27	176	14	2	3	1	-	5	-	-	12,60
52a (360m)	315	73	242	6	16	148	50	1	1	1	3	6	4	6	2,96
52b	295	54	241	4	10	184	27	-	-	-	1	3	1	11	6,81
Summe	4651	759	3892	44	183	2952	491	17	31	7	13	64	18	72	6,01



Bibliothek der Geologischen Bundesanstalt Wissenschaftliches Archiv	
Inv.-Nr.	A 05790
Standort	R
Ordnungs-Nr.	Kt. 1
A.-Z.	1
Vertraulichkeit	3

