

**Geochemische Prospektion auf Metalle
in den miozänen Vulkaniten des
Gleichenberger Massivs**

Fritz EBNER & Walter PROCHASKA

VALL

Projekt P-90/1988

Leoben 1989

GEOCHEMISCHE PROSPEKTION AUF METALLE IN DEN MIOZÄNEN VULKANITEN

DES GLEICHENBERGER MASSIVS

Fritz EBNER & Walter PROCHASKA*



Anschrift der Autoren:
Institut für Geowissenschaften
Montanuniversität Leoben
A-8700 Leoben

Inhalt:

| | Seite |
|--|-------|
| Zusammenfassung | 2 |
| 1. Einleitung und Problemstellung | 3 |
| 2. Prospektionsstrategie - Arbeitsmethodik | 6 |
| 3. Geologisch-petrologischer Überblick | 8 |
| 4. Aufschlußbearbeitungen | 16 |
| 4.1. Steinbruch Gossendorf | 16 |
| 4.2. N- und NW-Flanke des Gleichenberger Kogels | 34 |
| 4.3. Steinbruch Klause | 37 |
| 4.4. Steinbruch Schaufelgraben | 47 |
| 5. Schlußbemerkungen, Folgerungen | 54 |
| 6. Tabellen mit Analysenwerten der untersuchten Proben | 62 |
| 7. Literatur | 64 |

Zusammenfassung

Die im Gleichenberger Massiv auftretenden miozänen Vulkanite (Trachyandesite, Trachyte, Liparite) und deren Alterationsprodukte (Opalit, Alunit, Montmorillonit) wurden mittels AAS auf allfällige Konzentrationen metallischer Elemente untersucht.

Ausgehend von plattentektonischen Überlegungen und regionalen Lagerstättenvergleichen waren die Steinbrüche Gossendorf, Klause und Schaufelgraben Schwerpunkte der Untersuchungen. Trotz der weitverbreitet auftretenden Alterationsprodukte konnten bei den spurengeochemisch untersuchten Elementen (Na, K, Rb, Sr, Fe, Ti, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Pb, V, Cr, Au) keine nennenswerten Konzentrationen festgestellt werden.

Bei einem Weiterverfolgen metallogenetischer Fragestellungen sollten zuerst systematische Studien an den vulkanischen Brekzien durchgeführt werden. Weiters ist gezielt nach Schlotbereichen mit Schlotbrekzien und Propylitisierungsercheinungen (auch in Bohrkernen) zu suchen.

1. Einleitung und Problemstellung

Trotz einer Vielzahl geologischer, petrologischer und mineralogischer Studien über das Gleichenberger Vulkanmassiv blieb bisher die Frage nach metallischen Konzentrationen unberücksichtigt. Auch hinsichtlich der plattentektonischen Position der Vulkanite, die für metallogenetische Betrachtungen von großer Bedeutung ist, kann aus der Literatur zur Zeit noch kein klares Bild gewonnen werden.

Dem älteren miozänen (Karpat-Unterbaden) Vulkanzyklus entstammen Latite, Quarzlatite, Biotitlatite (Trachyte), Biotit-Klinopyroxen-Latite (Trachyandesite), Dazite und Shoshonite (FLÜGEL 1988, FLÜGEL & NEUBAUER 1984).

HERITSCH 1967 und TOLLMANN 1978 interpretieren diese auffallend K-betonten Vulkanite als Produkte eines alkali-olivinbasaltischen Magmas, das unter geringem Druck Differentiations-, Assimiliations- und Austauschprozesse mitgemacht hatte. TOLLMANN 1978 sieht im oststeirischen Vulkanismus, der gemeinsam mit jenem des Lavantales den westlichsten Ausläufer des pannonisch/innerkarpatischen Vulkanbogens darstellt, thermische Auswirkungen jungalpidischer Subduktionsvorgänge. In den Karpaten (BLEAHU et al. 1973), wie auch im pannonischen Becken (ADAM et al. 1984) vollzog sich vom Jungtertiär bis in die Gegenwart in Position eines Back-arc-Beckens Krustendehnung, bei der zusätzlich einstige ozeanische Krustenreste zu kalkalkalibetonten Schmelzen aufgeschmolzen wurden. K_2O-SiO_2 -Diagramme nach HATHERTON & DICKINSON 1969 deuten auf Aufschmelzungsprozesse in Teufen zwischen 130 und 180 km.

Der ältere jungtertiäre Vulkanismus begann in den Karpaten mit rhyolitischen Gesteinen im Burdigal der Zentralslowakei, setzt sich mit andesitischen Laven im Dunazug, Matra- und Bükk-Gebirge fort und findet in den alkali-betonten basaltischen Gesteinen im Bereich Balaton, Pojana Ruska, Banat usw. seinen Abschluß. BLEAHU et al. 1973 sehen darin einen Übergang eines Inselbogenvulkanismus zu Vulkanphänomen, die auf Randbecken-Spreading hinweisen. Weiters konnte aus dem K_2O-SiO_2 -Verhältnis der Vulkanite eine nach Süden abtauchende Subduktionsfläche rekonstruiert werden.

Der steirische Vulkanismus und auch jener des slowenischen Raumes zwischen Save und Drau fügt sich mit seinen Vulkaniten (Rhyolite, Dazit, Andesite, Basalte) zwanglos in das oben skizzierte Bild ein.

Andere etwas modifizierte Modelle für die miozänen Vulkanite des Alpen-Karpaten-Bogens bringen RANDULESCU & SANDULESCU 1973 (Krustenaufschmelzung und Magmenaufstieg an Störungszonen als Folge von Subduktionsvorgängen) oder LEXER & KONECNY 1974 (durch Subduktion ausgelöster Manteldiapirismus mit subkrustaler Aufschmelzung).

Sicher ist lediglich die Herkunft der jüngeren plio/pleistozänen Magmen durch partielle Mantelaufschmelzung in Teufen zwischen 50 und 80 km (HERITSCH 1967, POULTIDES 1981, SCHARBERT et al. 1981, KURAT et al. 1980).

Da die steirischen miozänen Vulkanite zweifelsohne dem pannonisch/karpatischen Vulkanbogen angehören, gewinnen außerösterreichische Lagerstätten (meist Buntmetall-/Goldmineralisationen), die an Vulkanite dieser Region gebunden sind, für die Entwicklung von Prospektionsstrategien Bedeutung.

Einige klassische Erzprovinzen, die an die Vulkanite des Karpaten-Innenbogens gebunden sind, können nach PETRASCHECK & POHL 1983 folgend charakterisiert werden:

Siebenbürgen:

Im Apuseni-Gebirge (Goldenes Viereck mit den Gruben von Brad, Sacaramb, Capnik, Rosia Montana, Zlatna und Baia de Aries) führen Radial- und Tangential-Gänge im Bereich propylitisierter Eruptivschlote Gold. Weitere Vererzungen finden sich in Eruptivbrekzien. Die miozänen Vulkanitmuttergesteine sind Andesite, Trachyte und Rhyolite. Gold tritt als Freigold (in Quarz, Pyrit oder anderen Sulfiden) häufig zusammen mit Silbererzen und als Goldtellurerz mit Au-Gehalten bis zu 10-25 g pro/Tonne Erz auf. Die nach unten konvergierenden Gänge verarmen ab ca. 500 m Teufe.

Im Goldbezirk von Baia Mare ist die Goldführung an 1500 bis 2000 m im Streichen verfolgbare Gänge gebunden, die in der kristallinen Unterlage der Vulkanite aufsetzen. Die Gold-führende Erzparagenese besteht aus Magnetkies, Blei-

glanz, Zinkblende und Kupferkies. Der Kupferkies nimmt mit der Teufe bei einer Verarmung des Goldgehaltes zu. Das Fördererz besitzt pro Tonne 5 - 12 g Gold und 50 g Silber.

Slowakisches Erzgebirge:

Hier treten ähnliche Gegebenheiten wie in Siebenbürgen auf. In Kremnitz findet sich Freigold mit Pyrit und Antimonglanz, in Schemnitz in Ag-reichem Bleiglanz. Die Vererzungen sind an mächtige Ruschelzonen gebunden. Die Lagerstättenkarte der Tschechoslowakei zeigt, daß diese Vorkommen in subsequenten bis finalen, meist kalkalkali betonten tertiären Vulkaniten auftreten. Die Vererzungen sind an zwei etwa kreisförmige Bereiche (Durchmesser ca. 25 und 15 km) gebunden, während das gesamte obertägig aufgeschlossene Vulkanitmassiv einen Durchmesser von ca. 75 km besitzt. Die gesamte Erzparagenese beinhaltet Au-, Ag-, Cu-, Fe-, Pb-, Zn-, Sb-, Hg-Mineralisationen.

Ungarn:

In NE-Ungarn wurden im Matragebirge einige Bundmetallvorkommen abgebaut (Recsk, Gyöngyösoroszi), die ebenfalls an miozäne Vulkanite gebunden waren. Gebietsmäßig getrennt treten Enargit (mit bis 10 % Cu)/Fahlerz/Schwefelkies- und Zinkblende-, Bleiglanz-Vererzungen auf. Erzträger sind meist Andesitbrekzien und Tuffe (TRUNKO 1969).

Spanien:

Aus europäischen Bereichen außerhalb des Alpen-/Karpatenbogens liefert weiters die Goldlagerstätte von Rodalquilar/Spanien (Betische Kordillere, Provinz Almeria) wichtige Fakten für die Prospektion auf Buntmetall/Gold-Vererzungen, die an tertiäre saure bis intermediäre Vulkanite gebunden sind. Die an den Porphyry-Copper-Typ erinnernden Vererzungen sind nach FRIEDRICH et al. 1984 und KROSS 1986 an miozäne Vulkanite (Dazite, Andesite, Pyroklastika) gebunden, die in einer Spätphase von hydrothermalen (epithermalen) Alterationen betroffen wurden, an denen nach einer spätmiozänen Transgression auch Ober-

flächen-(Meer-)Wasser beteiligt war (hot spring typ).

Weiters werden die Alterationen auch durch die Caldera-Tektonik bei der Bildung von Einsturzkratern kontrolliert. Die Erzparagenese mit Pyrit, Kupferkies, Zinkblende, Molybdänglanz und gediegen Gold weist zur Tiefe hin Ähnlichkeit mit Copper Porphyries auf. Die Golderze führen bis zu 28 g Au/Tonne Erz und 4 % As, 1 % Sb und 0,5 % Pb.

Die Alterationen lassen 4 Zonen und zwar a) Alunit und starke Silizifizierung, b) Kaolinit, Pyrophyllit, c) Illit und d) Vermiculit erkennen. Das Freigold ist dabei speziell an die Zone a) gebunden und tritt in zwei Generationen auf:

1. Generation mit Ag-Gehalten bis 7 %.
2. Generation meist gemeinsam mit Goethit und Jarosit in stark oxydierten Lagerstättenbereichen.

2. Prospektionsstrategie-Arbeitsmethodik

Die vorherige Übersicht zeigt, daß für Prospektionsstrategien auf Buntmetall/Goldvererzungen in miozänen Vulkaniten neben regionalgeologischen und petrologischen Fakten folgende Punkte zu berücksichtigen sind:

- pyroklastische Gesteine
- Alterationen (in Form von Alunitisierung, Silizifizierung, Propylitisierung, Oxydation)
- vulkanische Förderschloten
- Vulkan-/Caldera-Tektonik
- Gangsysteme
- Kreuzungspositionen verschieden alter Vulkanitgenerationen
- Position zum Meer
- postvulkanische Phänomene
- zirkulierende meteorische und marine Oberflächenwässer.

Die am besten aufgeschlossenen Bereiche des Gleichenberger Vulkanmassivs

- Steinbruch Klause
- Steinbruch Schaufelgraben
- Steinbruch Gossendorf

wurden hinsichtlich der zuvor aufgelisteten Faktoren begutachtet. Die geochemisch untersuchten Proben entstammen alterierten, brekziösen und auch möglichst "frischen" Gesteinspartien. Sie sollen Auskunft über die bei den Alterationsprozessen auftretenden Elementsverschiebungen geben.

Die Probenaufbereitung

Das Gestein wurde vorerst mit dem Hammer auf eine Größe unter 5 mm gebracht und dann in der Kugelmühle (Achatmühle) naß aufgemahlen. Vom getrockneten Pulver wurden 0,2 g (auf 0,2000 g genau) eingewogen. Zum Pulver wurden dann 2 ml Perchlorsäure und anschließend 10 ml Flußsäure zugegeben. Die Probe steht am Sandbad bei mittlerer Hitze. Nach ca. einigen Stunden ist die Flußsäure verdampft. Jetzt wurden nochmals 10 ml Flußsäure zugegeben. Über Nacht blieb die Probe am Sandbad, wobei die Flüssigkeit verdampfte. Die eingetrocknete Substanz wurde dann mit 10 ml 2N HCl gelöst und auf 50 ml mit destilliertem Wasser aufgefüllt. Diese Lösung wurde dann zur Analyse verwendet.

Die Ergebnisse der Analysen sind in Tabelle 15 dargestellt. Die Lage der Probenahmeplätze ist aus den nachfolgenden Zeichnungen des Steinbruches Gossendorf und des Klausen-Steinbruches zu entnehmen.

Die Analysen wurden am Institut für Geologie der Montanuniversität Leoben mit der dem Institut zur Verfügung stehenden AAS-Anlage gemacht.

Probenaufbereitung für die Goldanalyse:

Von dem Pulver aus der Achatmühle werden 10 g in einen Platintiegel eingewogen und 3 - 4 Stunden bei 600° C im Ofen geröstet. Danach werden 30 ml Königswasser zugegeben und die Probe für ca. sechs Stunden am Sandbad erhitzt. Wenn die Probe nahezu eingetrocknet ist, werden nochmals 30 ml Königswasser zugegeben und nach zwei Stunden mit einer Laborzentrifuge zentrifugiert. Der ungelöste Rückstand wird verworfen, die verbleibende Lösung wird eingedampft. Die getrocknete Substanz wird mit 10 ml konzentrierter HCl gelöst und nochmals eingedampft. Die getrocknete Substanz wird nun wieder mit 20 ml konzentrierter HCl gelöst und auf 50 ml mit destilliertem Wasser aufgefüllt. Zu dieser Lösung werden 5 ml Tellur-Lösung gegeben. Anschließend wird das Te mit Sn-Chlorid gefällt. Die Lösung wird anschließend gefiltert, die Rückstände im Filter werden dann mit 50 ml Königswasser aufgelöst. Diese Lösung wurde zur Analyse mit der

AAS-Anlage verwendet.

Die Nachweisgrenze bei den Goldanalysen lag bei 0,1 ppb. Die Ergebnisse der Goldanalysen sind in Tabelle 16 dargestellt.

Zusätzlich wurden von jenem geochemisch untersuchten Gesteinstyp Dünnschliffe angefertigt, die petrographisch bearbeitet wurden.

Übersichtsbegehungen und Kartierungen zwischen den einzelnen Aufschlußbereichen sollten abklären, inwieweit die in den Steinbrucharealen ausgeschiedenen Gesteinstypen auch kartierungsmäßig weiter zu verfolgen sind. Einige zusätzliche Profilaufschlüsse, besonders im Bereich östlich des Gasthofes Stahlquelle wurden in die Bearbeitung miteinbezogen.

3. Geologisch-petrologischer Überblick

Die heute im Bereich Gleichenberg auf etwa 4 x 4,5 km als geschlossene Masse auftretenden miozänen Vulkanite stellen nur die Spitze eines von jüngeren tertiären Sedimenten begrabenen Vulkanbauwerkes dar.

Zusammenfassende Informationen über Mächtigkeit, räumliche Ausbreitung und weitere begrabene miozäne Vulkankörper im Steirischen Becken geben NEUBAUER & FLÜGEL 1984, EBNER et al. 1986 und FLÜGEL 1988.

Weitere kleine Obertagsaufschlüsse miozäner Vulkanite finden sich im Steinbruch Weitendorf bzw. waren vor Jahren auch durch einen Andesit-Gang im Leithakalksteinbruch Retznei vertreten.

Petrologische Bearbeitungen der Vulkanite gehen auf eine Vielzahl von Publikationen von H. HERITSCH (1964a, b, 1965a, b, 1966a, b, c, 1967a, b, c, d, 1979, 1982), HERITSCH et al. 1965) zurück. Danach handelt es sich bei den Vulkaniten um Latite, Quarzlatite, Biotitlatite, Trachyte), Biotit-Klinopyroxen-Latite (Trachyandesite), Dazite und Shoshonite.

Die Darstellung einiger dieser Gesteine und ihre Variationsbreite im Streckeisendiagramm ist aus Abbildung 1 ersichtlich (HERITSCH 1979).

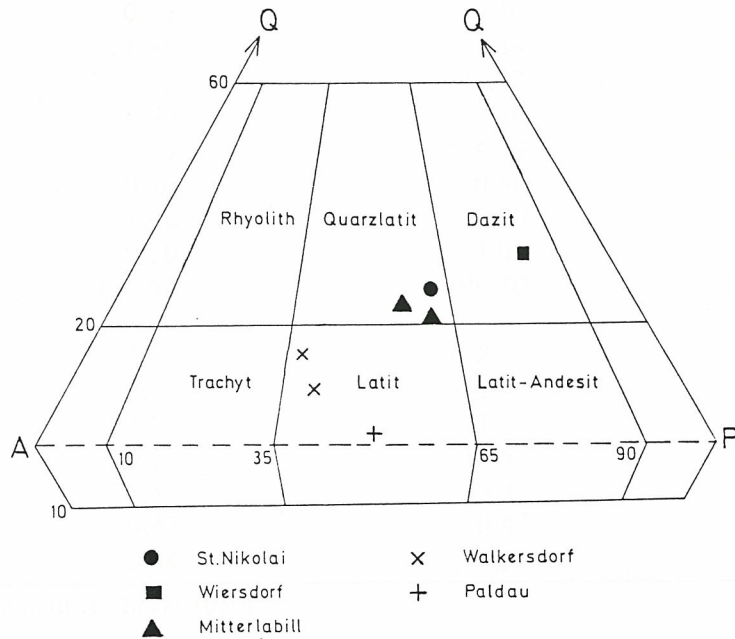


Abb. 1: Die aus den chemischen Analysen berechneten Mineralbestände von miozänen Vulkaniten der Oststeiermark (HERITSCH et al. 1965, HERITSCH 1966a, 1967a, 1967b und diese Arbeit) ermöglichen eine Eintragung in das A-P-Q-Diagramm und Benennung nach STRECKEISEN 1967 (HERITSCH 1979).

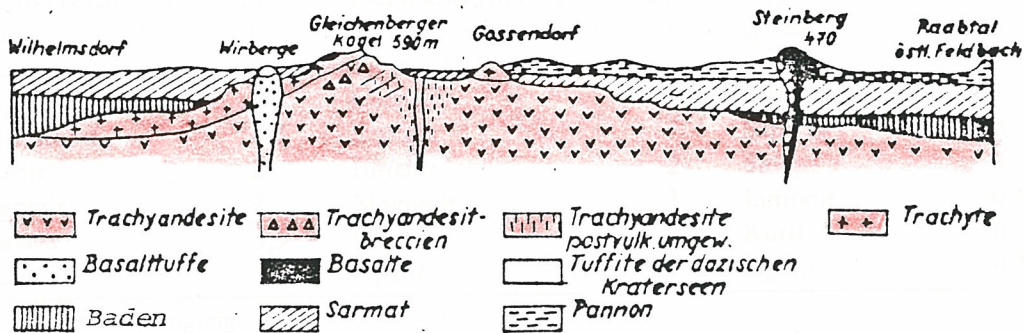


Abb. 2: Schematisches Profil durch das Gleichener Vulkanmassiv (nach FLÜGEL & HERITSCH 1968).

| | gut erhaltener Latit mit Sanidin- einsprenglingen 295,5 m | gut erhaltener Latit ohne Sanidin- einsprenglinge 642 m | stark zersetzter Latit 427 m |
|--------------------------------|---|---|---------------------------------|
| SiO ₂ | 57,30 | 56,06 | 63,07 |
| TiO ₂ | 0,89 | 1,04 | 0,68 |
| Al ₂ O ₃ | 16,40 | 16,17 | 13,43 |
| Fe ₂ O ₃ | 4,85 | 1,80 | 2,18 |
| FeO | 1,40 | 3,67 | 2,41 |
| MnO | 0,05 | 0,10 | 0,10 |
| MgO | 1,65 | 3,39 | 2,73 |
| CaO | 5,79 | 5,32 | 2,82 |
| Na ₂ O | 3,69 | 3,30 | 1,98 |
| K ₂ O | 4,99 | 4,34 | 2,64 |
| P ₂ O ₅ | 0,46 | 0,58 | 0,20 |
| Glv. | 2,42 | 2,90 | 5,15 |
| H ₂ O ⁻ | 0,70 | 1,03 | 3,20 |
| | 100,59 | 99,70 | 100,59 |
| si | 191 | 182 | |
| al | 32,5 | 31 | |
| fm | 24,5 | 31 | |
| c | 20,5 | 18,5 | |
| alk | 22,5 | 19,5 | |
| k | 0,47 | 0,46 | |
| mg | 0,34 | 0,53 | |

- 10 -

Magmentyp: Si-monzonitisch (BURRI 1959)

Tab. 1: Chemische Analysen von Latiten der Bohrung Gleichenberg 1981 (Heritsch 1982).

| gut erhaltener Latit mit Sanidin- einsprenglingen, 295,5 m | gut erhaltener Latit ohne Sanidin- einsprenglinge, 642 m | stark zersetzter Latit aus 427 m |
|--|--|-------------------------------------|
| Sanidin Or59*) | 50 | Sanidin Or60 26 |
| Plagioklas An52*) | 26 | Plagioklas An57*) 18 |
| Quarz | 6 | Quarz 21,5 |
| Biotit | 0,5 | Biotit - |
| Diopsid | 9 | Diopsid 5 |
| Wollastonit | 0,5 | Enstatit 7 |
| Ilmenit | 2 | Ilmenit 2 |
| Magnetit | 2 | Magnetit 3 |
| Hämatit | 3,5 | Hämatit 2 |
| Apatit | 1 | Apatit 1 |
| | | Montmorin 21 |
| | | Saponit 8 |
| | | Siderit 4 |
| | | Limonit 0,5 |
| | | Rutil 0,5 |
| | | Apatit 0,5 |

*) Teilweise Einsprenglinge

Tab. 2: Aus den chemischen Analysen der Tab. 1 berechnete modale Mineralbestände von Latiten aus der Bohrung Gleichenberg 1981 (Gew. %) (HERITSCH 1982).

Einen Überblick über den Gesamtchemismus bzw. ihre mineralogische Zusammensetzung gibt eine den Originalarbeiten entnommene Datenauswahl (Tab. 1-8, Abb. 1).

Das Alter der Vulkanite wurde mit biostratigraphischen Methoden mit Karpat-Unterbaden festgelegt (KOLLMANN 1965). Radiometrische Rb-Sr-Datierungen zeigen mit $22,97 \pm 1,93$ m.y. (KOLMER 1980) größere Alter als K/Ar-Datierungen (LIPPOLT et al. 1975, STEININGER & BAGDASARJAN 1977) mit 14,6 - 15,5 m.y. an. KOLMER 1980 diskutiert die Ursache dieser Diskrepanzen und interpretiert die K/Ar-Daten als Minimalalter mit Hinweis auf Ende der vulkanischen bzw. post-vulkanischen Aktivitäten. Andererseits verweist KOLMER 1980 auch auf HART et al. 1974, die in Abhängigkeit von sekundären Prozessen auch Erhöhungen des $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ -Verhältnisses erwähnen.

Die $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ -Werte liegen nach KOLMER 1980 zwischen 0,708 (Latit/Klause; Trachyt/Ort Gleichenberg), Quarzlatit (Bohrung Mitterlabil) und 0,710 (Quarztrachyt/Schaufelgraben).

Interessant ist in diesem Zusammenhang das $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ -Verhältnis rezenter Mantelgesteine bei ca. 0,704 und das Ansteigen des $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ -Verhältnisses in sauren Krustengesteinen. Magmatite, die aus Aufschmelzung älterer kontinentaler Kruste rückführbar sind, zeigen nach FRISCH & LÖSCHKE 1986 ein Verhältnis von 0,71 oder darüber.

Erzführende Intrusivgesteine am aktiven Kontinentalrand Nordamerikas weisen $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ -Werte zwischen 0,704 bis 0,709 auf und deuten somit einen genetischen Zusammenhang mit Mantelprozessen über Subduktionszonen an.

Umgeben wird das Gleichenberger Vulkanmassiv von obersarmatischen feinklastischen marinen Sedimenten (KOLLMANN 1965). Sarmatische Transgressionsbildungen werden auf Seite 35 beschrieben.

Ablagerungen des Pannon treten an der Nordwestbegrenzung des Massivs (Pannon B: Tonmergel, Tone, Sande) und südöstlich des Steinbruchs Gossendorf (Pannon C: Kiese, Sande, Tone) auf. Weiters lagern zwischen SH 460 und 470 m im Bereich des Mühlsteinbruches am Südgehänge des Bscheidkogels Quarzsandsteine des Pannon G mit reichen Funden verkieselter Gehölze und Koniferenzapfen auf. Durchschlagen wird das Gleichenberger Vulkanmassiv durch die in FLÜGEL & HERITSCH 1968: Abb. 1 dargestellte jüngsttertiäre, mit Maarsedimenten erfüllte,

Tab. 3: Chemische Analysen von Vulkaniten aus neuen Tiefbohrungen der Oststeiermark (HERITSCH 1979).

1. Sekundär wenig veränderter Quarzlatit, St. Nikolai 1, 400-405 m
2. Sekundär stärker veränderter Quarzlatit, Wiersdorf 1, 897-902 m
3. Sekundär stark veränderter Vulkanit, St. Peter 1, 781-786 m.

| | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | St. Nikolai 1 400-405 m | Wiersdorf 1 897-902 m | St. Peter 1 781-786 m |
| SiO ₂ | 61,38 | 59,33 | 54,86 |
| TiO ₂ | 0,55 | 0,60 | 1,43 |
| Al ₂ O ₃ | 15,18 | 14,24 | 21,37 |
| Fe ₂ O ₃ | 2,93 | 3,03 | 1,78 |
| FeO | 1,19 | 1,90 | 2,77 |
| MnO | 0,08 | 0,08 | 0,10 |
| MgO | 2,18 | 2,46 | 1,26 |
| CaO | 4,67 | 5,23 | 1,75 |
| Na ₂ O | 3,56 | 3,28 | 0,20 |
| K ₂ O | 3,25 | 1,99 | 2,95 |
| P ₂ O ₅ | 0,13 | 0,13 | 0,44 |
| H ₂ O ⁻ | 0,64 | 1,12 | 0,71 |
| Gl.v. | 3,71 | 6,28 | 10,36 |
| SO ₃ | n. b. | n. b. | 0,50 |
| | 99,45 | 99,67 | 100,48 |

Tab. 4: Aus den chemischen Analysen berechnete Mineralbestände für:

1. St. Nikolai 1, 400-405 m; 2. Wiersdorf 1, 897-902 m; 3. St. Peter 1, 781-786 m (HERITSCH 1979).

| | | 1 | 2 | | 3 |
|------------------------------|----------------------|------|------|----------|------|
| Biotit | Einsprenglinge | 13,3 | 12,5 | Kaolinit | 44,5 |
| Quarz | z. T. Einsprenglinge | 21,6 | 25,5 | Quarz | 22,3 |
| Plagioklas, An ₄₀ | z. T. Einsprenglinge | 35,8 | 42,7 | Sanidin | 18,3 |
| Calcit | z. T. pseudomorph | 1,2 | - | Dolomit | 3,8 |
| Dolomit | nach Hornblende- | 2,8 | 5,2 | Siderit | 5,4 |
| Siderit | Einsprenglingen | - | 1,8 | Alunit | 1,3 |
| Sanidin | nur Grundmasse | 23,1 | 9,9 | Apatit | 1,0 |
| Apatit | | 0,3 | 0,3 | Erz | 3,4 |
| Erz | | 1,9 | 2,1 | | |

Tab. 5: Chemische Analyse eines Latits aus der Bohrung Walkersdorf - Teufe 1130 m (HERITSCH 1967a).

| | |
|--------------------------------|--------------|
| SiO ₂ | 52,35 Gew.-% |
| TiO ₂ | 0,99 |
| Al ₂ O ₃ | 17,45 |
| Fe ₂ O ₃ | 1,00 |
| FeO | 4,56 |
| MnO | 0,12 |
| MgO | 1,78 |
| CaO | 6,20 |
| Na ₂ O | 3,40 |
| K ₂ O | 4,56 |
| H ₂ O+ | 0,75 |
| P ₂ O ₅ | 0,38 |
| CO ₂ | 5,86 |
| | <u>99,40</u> |

Tab. 6: Chemische Analyse eines Quarzlatits aus der Bohrung Mitterlabill - Teufe 610 m (HERITSCH 1967b).

| | | | |
|--------------------------------|--------------|-------------------------------|--------------|
| SiO ₂ | 60,35 Gew.-% | | |
| TiO ₂ | 0,64 | | |
| Al ₂ O ₃ | 17,25 | K ₂ O | 2,92 |
| Fe ₂ O ₃ | 2,93 | H ₂ O+ | 0,95 |
| FeO | 2,27 | P ₂ O ₅ | 0,12 |
| MnO | 0,10 | CO ₂ | 1,53 |
| MgO | 1,99 | | <u>99,67</u> |
| CaO | 4,72 | | |
| Na ₂ O | 3,90 | | |

Tab. 7: Vergleich des berechneten Mineralbestandes der Quarzlatite aus der Tiefbohrung Mitterlabill aus der Tiefe 610 m (HERITSCH 1967b) und 730 m (HERITSCH et al. 1965).

| Quarzlatit, Mitterlabill Tiefe 610 m Vol.-% berechnet | | Quarzlatit, Mitterlabill Tiefe 730 m Vol.-% berechnet |
|---|--|---|
| 2,2 | Biotit, | 0,9 |
| | Einsprenglinge | |
| 44,7 | Plagioklas, 41—43 % An z. T. Einsprenglinge | 38,1 |
| | Grundmasse: | |
| 26,4 | Sanidin | 30,8 |
| 17,9 | Quarz | 21,0 |
| 2,1 | Magnetit | 0,4 |
| 0,1 | Hämatit | 0,8 |
| 0,6 | Rutil, Ilmenit | 0,6 |
| 0,3 | Apatit | 0,8 |
| 2,0 | Ankerit | 1,1 |
| 1,0 | Fe-Mg-Karbonat | 2,7 |
| 2,7 | Chlorit | 2,8 |
| <u>100,0</u> | | <u>100,0</u> |

Tab 8: Vergleich des berechneten Mineralbestandes der Latite aus der Tiefbohrung Walkersdorf aus der Tiefe 1130 m (HERITSCH 1967b) und 1055 m (HERITSCH et al. 1965).

| Latit Walkersdorf Tiefe 1130 m berechnete Gew.-% mit Quarz ohne Quarz | | | Latit Walkersdorf Tiefe 1055 m berechnete Gew.-% mit Quarz ohne Quarz | |
|---|--------------|-----------------------|---|--------------|
| 45,5 | 49,0 | Sanidin 59—60 % Or | 43,8 | 50,4 |
| 30,1 | 32,4 | Plagioklas 60—62 % An | 26,5 | 30,5 |
| 7,1 | — | Quarz | 13,0 | — |
| 13,7 | 14,7 | Karbonat | 12,1 | 13,9 |
| — | — | Magnetit | 0,9 | 1,0 |
| 1,5 | 1,6 | Ilmenit | 1,8 | 2,1 |
| 0,2 | 0,2 | Rutil | 0,2 | 0,2 |
| 1,0 | 1,1 | Hämatit | — | — |
| 0,9 | 1,0 | Apatit | 1,7 | 1,9 |
| <u>100,0</u> | <u>100,0</u> | | <u>100,0</u> | <u>100,0</u> |

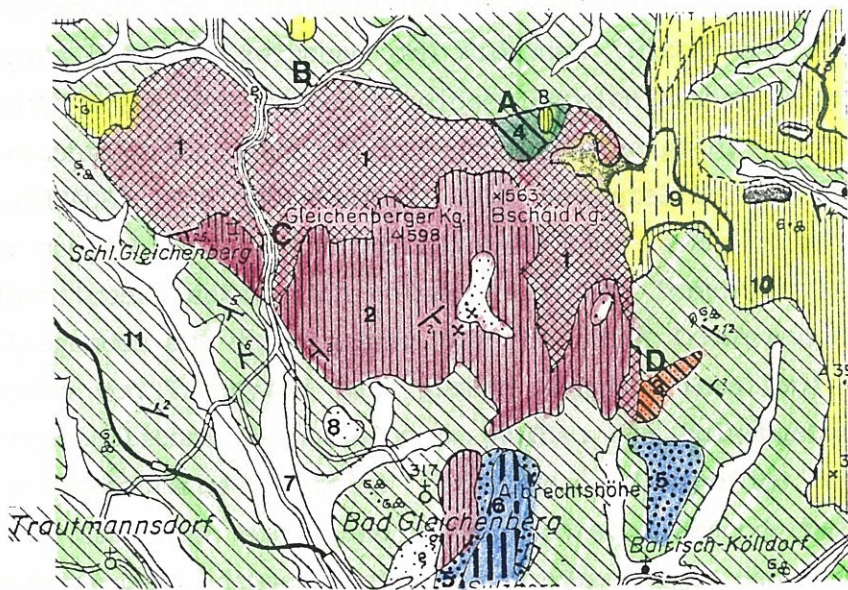


Abb. 3: Geologische Karte 1 : 50.000 des Gleichberger Vulkanmassivs (nach KOLLMANN 1965).

Miozäne Vulkanite:

- | | |
|------------------|--|
| 1. Trachyandesit | 3. Liparit |
| 2. Trachyt | 4. Opalit, Alunit ("Trass") darin B: Bentonit |

Pliozäne Vulkanite:

- | | |
|----------------|------------------------------|
| 5. Basalttuffe | 6. tuffitische Maarsedimente |
|----------------|------------------------------|

Sedimentäres Cover:

7. Alluvium
8. Pleistozäne Terrassen und Gehängelehme
9. Feinklastika des Pannon C mit Kapfensteiner Schotterzug
10. Tonmergel, Tone, Sande des Pannon B
11. Feinklastika des Obersarmat

A-D: Schwerpunktsbereiche der Untersuchungen:

- | | |
|--------------------------------|------------------------------|
| A: Steinbruch Gossendorf | C: Steinbruch Klaus |
| B: N Flanke Gleichenberg Kogel | D: Steinbruch Schaufelgraben |

Basalttuff-Spalte des Röhrkogel und der Wirberge.

Unmittelbare Kontakte zwischen den miozänen Vulkaniten und den basaltischen vulkanischen Gesteinen konnten in diesem Bereich bisher keine gefunden werden. Die Übersichtskartierungen und Begehungen zeigten, daß das bereits von WINKLER-HERMADEN 1926 und KOLLMANN 1965 dargestellte Kartenbild (Abb. 2) aufgrund der schlechten Aufschlußverhältnisse kaum verändert werden kann. Die miozäne Vulkanitmasse setzt sich entsprechend der Terminologie WINKLER-HERMADENS 1927 im Liegenden aus dunkelgrauen bis rötlichen Trachyandesiten zusammen, die im Hangenden von Trachyten (mit großen Sanidinkristallen) überlagert werden. Mit unterschiedlichem Ausmaß sind am Aufbau des Vulkangebäudes auch vielfältigste pyroklastische Gesteine beteiligt. Fließgefüge und Lagerungsformen fallen nach Südwesten ein. Eine petrographische Besonderheit ist der Liparit des Schaufelgrabens, dessen Kontakt im Nordwesten zu den Trachyandesiten nicht aufgeschlossen ist.

Sonst wird der Liparit von Sarmat-Sedimenten begrenzt.

Schwerpunkte der Alterationen in Form alunitisierter, opalisierter und montmorillonitischer Gesteine finden sich speziell im Nord- und Nordwestgehänge des Gleichenberger Kogels und im Raum Gossendorf. Nach WINKLER-HERMADEN 1926 weist dies auf Schlotnähe hin, der nördlich des heutigen Massivs vermutet wurde.

Die schlechte Aufschlußsituation wird besonders im Ostgehänge der Klause und in den Nordabhängen des Gleichenberger Kogels durch tiefgründige Zersetzung der Vulkanite durch postvulkanische Phänomene zu Tonmineralen, die Anlagerung von Feinsedimenten auf alten Landoberflächen und \pm rezente Verwitterungsprozesse (Umwandlung vulkanischen Glases zu Tonmineralen) hervorgerufen. KOPETZKY 1971 erkennt darin auch die Ursache für die Großbrutschung, die 1969 die Gleichenberger Klause verlegte.

Die örtlich nach SW geneigten Schichtungstypen sind vermutlich vulkanogenetisch, da die unmittelbar den Vulkaniten auflagernden Sedimente, wo beobachtbar, \pm horizontal gelagert sind. Störungen sind nur vereinzelt zu beobachten. Der Ursprung der Gleichenberger Quellen soll nach WINKLER-HERMADEN 1913:421 an eine NS-Verwerfung mit Absenkung des Ostflügels gebunden sein. Die kühltemperierten Gleichenberger Quellen werden von in Kluftsystemen vadosen Wässern gespeist. Ihre Mineralisation (Na, K, Ca, Mg, SO₄) verdanken sie Laugungsvorgängen aus

den Vulkaniten bzw. deren Alterationen. CO_2 und Cl entstammen juvenilen Entgasungen, die aus Spalten- und Hohlraumreservoirren langsam an die vadosen Wässer abgegeben werden (WINKLER-HERMADEN 1955).

Die Mächtigkeit der geschlossenen Vulkanitmasse beträgt, wie eine Bohrung im Kurpark Gleichenberg zeigt, mindestens 800 m. Oberflächenphänomene fehlen innerhalb der durch die Bohrung erschlossenen Vulkanite gänzlich (HERITSCH 1982).

4. Aufschlußbearbeitungen

4.1. Steinbruch Gossendorf

Der Steinbruch Gossendorf stellt das Zentrum postvulkanisch-alterierter vulkanischer Gesteine dar. Ein Teil der Alterationsprodukte (Opal, Alunit) wird von den Steirischen Montanwerken abgebaut und als "österreichischer Traß" (Gossendorfit) als latent-hydraulisches Bindemittel auf den Markt gebracht. Weitere Alterationsprodukte sind vollständig zu Tonmineralen (Montmorillonit, Kaolinit) zersetzte Vulkanite, die seinerzeit als Bentonit abgebaut wurden (Vergleiche dazu KOPETZKY 1961, BLÜMEL 1962).



Abb. 4: Trass-Abbau der Steirischen Montanwerke im Steinbruch Gossendorf.



Abb. 5: Steinbruch Gossendorf.
Alunit und Opalit (weiß)
im Liegenden, gering
alterierte Vulkanite
(dunkel) im Hangenden.



Abb. 6: Geschichtete Brockentuffe im Steinbruch Gossendorf.

| | | | | | | |
|--------------------------------|-------|---------|--------|---------|--------|-------|
| SiO ₂ | 54,20 | 0,38 | | | | 53,82 |
| TiO ₂ | 0,51 | 0,51 | | | | |
| Al ₂ O ₃ | 14,40 | | | | 14,31 | |
| Fe ₂ O ₃ | 4,30 | | 4,30 | | | |
| MnO | n. b. | | | | | |
| MgO | 0,20 | | | | | 0,20 |
| CaO | 0,84 | 0,36 | 0,48 | | | |
| Na ₂ O | 1,20 | | | | 1,20 | |
| K ₂ O | 1,90 | | | | 1,90 | |
| P ₂ O ₅ | 0,38 | | 0,38 | | | |
| SO ₃ | 12,94 | | | | 12,94 | |
| H ₂ O +110 | 7,65 | | | 0,43 | 5,35 | 1,87 |
| H ₂ O -110 | 1,24 | | | | | 1,24 |
| Cl | 0,06 | | 0,06 | | | |
| CO ₂ | 0,00 | | | | | |
| | 99,82 | 1,25 | 0,92 | 4,73 | 35,70 | 57,22 |
| | | Titanit | Apatit | Goethit | Alunit | Opal |

Tab. 9: Chemische Analyse des "Trasses" von Gossendorf (aus BLÜMEL 1962).

| | a) Gelber Bentonit | „Blaues Material“ | c) blauer, pyrit-reicher Opalit |
|--------------------------------|--------------------|---|---------------------------------|
| SiO ₂ | 59,07% | 63,86% | 84,93% |
| Al ₂ O ₃ | 20,02 | 22,11 | 1,74 |
| Fe ₂ O ₃ | 8,08 | 3,72 | 0,40 + 2,58 Fe** |
| CaO | 1,76 | 1,32 | 0,95 |
| MgO | 2,99 | Sp. | — |
| Glühverlust | 7,68 | 8,98 | 6,16 |
| SO ₃ | 0,72 | — | — |
| S | — | 4,33* | 2,94 |
| | | *ausgedrückt als: SO ₃ 10,81 FeS ₂ (Pyrit) 7,68 | Fe** = Eisen des Pyrit |

Tab. 10: Chemische Analysen des Gossendorfer Bentonits (aus KOPETZKY 1961).

Das Ausgangsmaterial sind trachyandesitische Gesteine, die, wo noch erkennbar, größtenteils in pyroklastischer Form vorliegen. Im Gelände treten sie im Steinbruch Gossendorf in den hangenden, grau gefärbten Partien der oberen Steinbruchetagen auf (Abb. 5). Im Ostteil des Steinbruches zeigen sich Brockentuffe (Abb. 6) mit Schichtungsgefügen, die nach S bis SW einfallen. Die Alterationen stecken wolzig in den trachyandesitischen Gesteinen. Dabei treten helle-rötlich gefärbte, splittrig-muschelig brechende, stark opalisierte Gesteine, sich krei-dig anfühlende helle Alunite (Ka, Al-Sulfat) und Tonminerale (Montmorillonit, Kaolinit) als Alterationsprodukte auf.

Bereits ANGEL 1964 führt aus, daß die Alterationen postvulkanisch durch SO_3 -Entgasungen entlang von N-S- und E-W-Spaltensystemen erfolgten. Er verglich die Situation in Gossendorf mit dem "Tal der zehntausend Dämpfe" in Alaska im Umfeld des 1912 ausgebrochenen Vulkans Kathmai.

Tektonische Strukturen in Form von Klüften/Störungen sind nur vereinzelt feststellbar. KOPETZKY 1961 erwähnt lediglich 2 sich schneidende Kluftsysteme (N-S; E-W), die auf junge Bewegungen zurückgeführt werden und besonders im Bentonit glänzende Harnischflächen zeigen.

Abb. 7 zeigt tektonische Trennflächen, die E-fallend das Gestein durchziehen und ebenfalls Harnischstriemungen zeigen. Weiters treten im Bereich dieser Störungen Gerölle auf. Ihre Genese (pyro-/epiklastisch oder tektonisch) ist unklar. Eine tektonische Kontrolle der Alterationen durch die auftretenden Kluft/Störungssysteme ist nicht feststellbar.



Abb. 7: Nach Osten fallende tektonische Trennflächen im Steinbruch Gossendorf.

Im Liegenden der opalisierten/alunitisierten Bereiche befinden sich die ehemals abgebauten Bentonite. Eine Detailbeschreibung dieses etwa 30 m mächtig werdenden Vorkommens gibt KOPETZKY 1961. Danach werden über grauen, glasigen Gesteinen, die ANGEL 1951 als tiefblauen, pyritreichen Opalit bezeichnete, zwei Bentonitvarietäten beschrieben:

a) gelbes Material:

Darin örtlich vulkanische Gesteinsfragmente und Pseudomorphosen nach zersetzten Feldspäten. In einer 0,5 bis 1 m mächtigen Lage waren nach ANGEL 1954 dunkle Glimmer (= Wodanit = Ti-reicher Fe-Mg-Glimmer) angereichert.

b) blaues Material:

Ebenfalls mit Pseudomorphosen nach Feldspat; weiters kleine speisgelbe Pyrit- oder Markasitkristalle. Feinverteilte Fe-Sulfide sind auch für die dunkle Färbung des Bentonits verantwortlich. Pflanzenfunde aus dem blauen Material weisen auf eine Tuffnatur (Aschenlagen) des Ausgangsmaterials hin (KOPETZKY 1961).

Seit 1967 hat HÖLLER versucht, die Opal-Cristobalit-Alunit-Tonmineral-Alterationen auch experimentell nachzuvollziehen (Literatur dazu u.a. HÖLLER 1967, HÖLLER & KLAMMER, HÖLLER et al. 1981).

Danach können aus den latitischen vulkanischen Gesteinen unter Einfluß unterschiedlicher konzentrierter H_2SO_4 -Lösungen bei 200°C folgende Mineralphasen in z. T. unterschiedlichen Kombinationen entstehen (Tab. 12):

- SiO_2 -Phasen (Opal, Cristobalit)
- Alunit
- Kaolinit
- Montmorillonit.

Das experimentelle Verhalten wird dabei auch durch die Zonierung der Alterationen, wie sie im Steinbruch Gossendorf auftreten, bestätigt (Abb. 8).

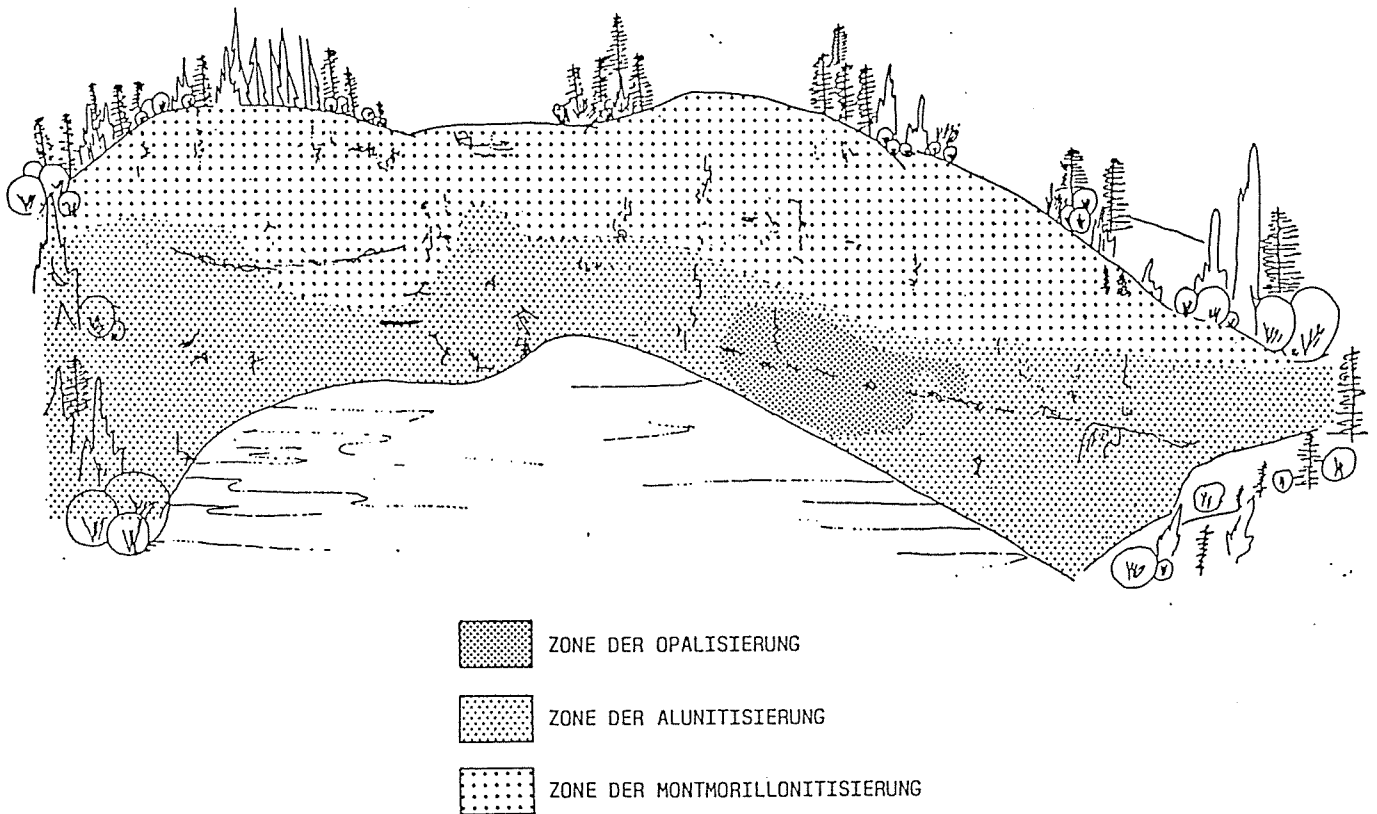


Abb. 8: Zonierung der Alterationen im Steinbruch Gossendorf (aus HÖLLER et al. 1981).

Das für die Opalisierung notwendige SiO_2 kann dabei bei Einwirkung stark saurer SO_4 -Lösungen durch Auslaugung und Abtransport anderer Komponenten, oder aber auch im Zuge der Alunitisierung aus Feldspäten bereitgestellt werden.

Die HÖLLER et al. entnommene Tabelle chemischer Analysen zeigt die bei der Alteration erfolgenden Stoffverschiebungen auf (Tab. 11):

Ausgangsmaterial ist ein Latit etwa folgender Zusammensetzung: Alkalifeldspat 40 %, Plagioklas 30 %, Biotit, Pyroxen, Magnetit, Hämatit, Apatit (zusammen 30 %).

Bei der Montmorillonitisierung und Kaolinitisierung erfolgen mit Ausnahme von H_2O -Anlagerung keine wesentlichen Veränderungen. Bei der Alunitisierung ist eine SO_4 -Zufuhr (postvulkanische Exhalationen) notwendig; Mg, Ca, Na, werden abgeführt. Die Opalisierung kann durch SiO_2 -Anreicherung wie oben dargestellt erfolgen, der H_2O -Gehalt bleibt \pm gleich, alle anderen Elemente werden abgeführt. Die spurenelementmäßig untersuchten und petrographisch charakterisierten Proben und ihre Zuordnung zu den von HÖLLER et al. 1981 erkannten Alterationszonen geht aus Abb. 9 hervor.

| | Latit | Montmorillonitisierung | Alunitisierung | Opalisierung |
|--------------------------------|-------------|------------------------|----------------|--------------|
| SiO ₂ | 58,9 Gew.-% | 52,3 Gew.-% | 58,5 Gew.-% | 85,5 Gew.-% |
| Al ₂ O ₃ | 17,1 | 17,4 | 14,2 | 1,9 |
| Fe ₂ O ₃ | 5,0 | 6,8 | 3,1 | 1,3 |
| MgO | 1,9 | 2,2 | 0,4 | 0,2 |
| CaO | 5,5 | 3,7 | 0,7 | - |
| Na ₂ O | 3,5 | 0,8 | 0,5 | - |
| K ₂ O | 5,0 | 2,3 | 2,6 | 0,3 |
| TiO ₂ | 0,9 | 1,1 | 1,1 | 1,9 |
| SO ₃ | - | - | 8,5 | 0,3 |
| H ₂ O ⁺ | | 4,9 | 5,7 | 7,2 |
| H ₂ O ⁻ | 2,0 | 8,5 | 4,7 | 2,4 |

Tab. 11: Chemische Durchschnittsanalysen vom Ausgangsgestein (Latit) und Umwandlungsprodukten aus den Zonen der Montmorillonitisierung, Alunitisierung und Opalisierung vom Tagbau Gossendorf (aus HÖLLER et al. 1981).

| Zeit (Tage) | 200°C | 200°C | 200°C | 200°C | 200°C |
|----------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | 1,0 n H ₂ SO ₄ | 0,5 n H ₂ SO ₄ | 0,1 n H ₂ SO ₄ | 0,05 n H ₂ SO ₄ | 0,01 n H ₂ SO ₄ |
| 20 | Op | Al | Mo, <u>Al</u> , An | Mo, <u>Al</u> | Mo |
| 40 | Op | Al | <u>Al</u> , An | Mo, <u>Al</u> , K | Mo |
| 60 | Op | Al, Op | <u>Al</u> | <u>Al</u> , K | Mo |
| 80 | Op | | <u>Al</u> | <u>Al</u> , K | Mo |
| 100 | Op | | <u>Al</u> | <u>Al</u> , K | Mo |
| 120 | Op | | <u>Al</u> | <u>Al</u> , K | <u>Mo</u> , K |
| 140 | Op | | <u>Al</u> | | <u>Mo</u> , K |

Op = Opal-A; Al = Alunit; Mo = Montmorillonit; An = Anhydrit; K = Kaolinit; Überwiegende Minerale sind unterstrichen.

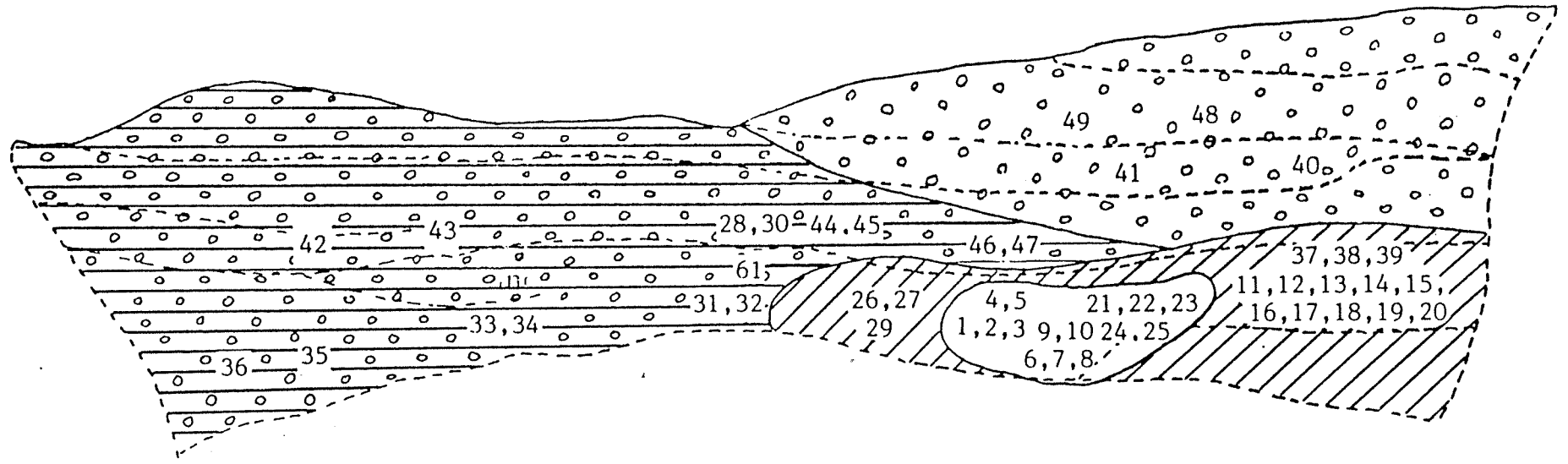
Tab. 12: Einfluß der Lösungskonzentration auf die Mineralneubildung aus Latit im offenen System (Lösungswechsel nach jeweils 20 Tagen) (aus HÖLLER et al. 1981).





NE

SW | E

W | SE

NW



-  Zone der Opalisierung
-  Zone der Alunitisierung
-  Brekzienzone mit Montmorillonitisierung
-  Brekzienzone ohne nennenswerte sekundäre Umwandlungserscheinungen

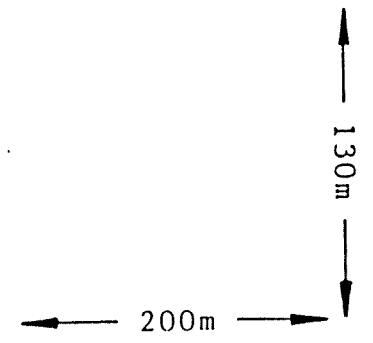


Abb. 9: Zuordnung der Proben zu den im Steinbruch Gossendorf erkannten Alterationszonen.

Makroskopisch wurden im Steinbruch folgende Lithotypen erkannt und folgend charakterisiert (die Geochemiedaten sind in Tab. 15 und 16) dokumentiert:

1. Grauer Trachyandesit

Proben: 30, 40, 41.



Abb. 10
Probe Nr. 40

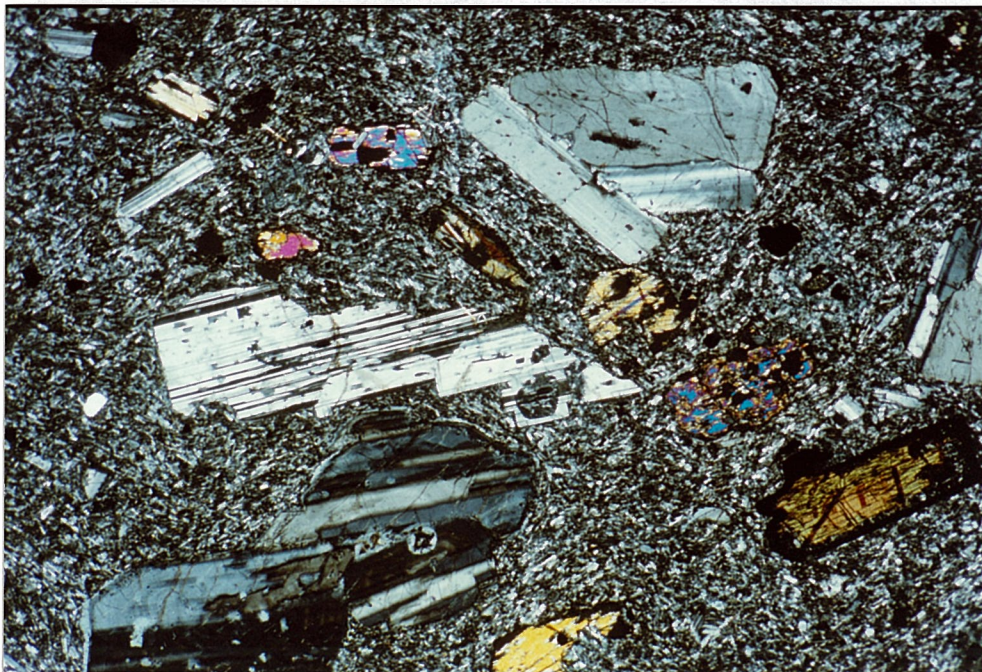


Abb. 11
Probe Nr. 40
25-fach gekr. Nicols

Mineralbestand: Einsprenglinge: polysynthetisch verzwilligte Plagioklasse, Orthopyroxene mit einer Umrandung aus Erzmineralen, Olivin, Iddingsit (Formrelikt nach Olivin bestehend aus einem Gemenge von Göthit, Hämatit, Tonminerale), Klinopyroxen (Augit, Titanaugit), Biotit (stets mit Panzerung), Chalcedon, Hornblende (mit Rand aus Magnetit).

Grundmasse: Mikrokristallin-porphyrisch, fluidale Regelung.

In der Grundmasse: Plagioklas, Sanidin, Klinopyroxen, Ilmenit, Magnetit.

2. Div. pyroklastische Brekzien, unterschiedlich alteriert

Proben: 44, 45.



Abb. 12
Probe Nr. 44

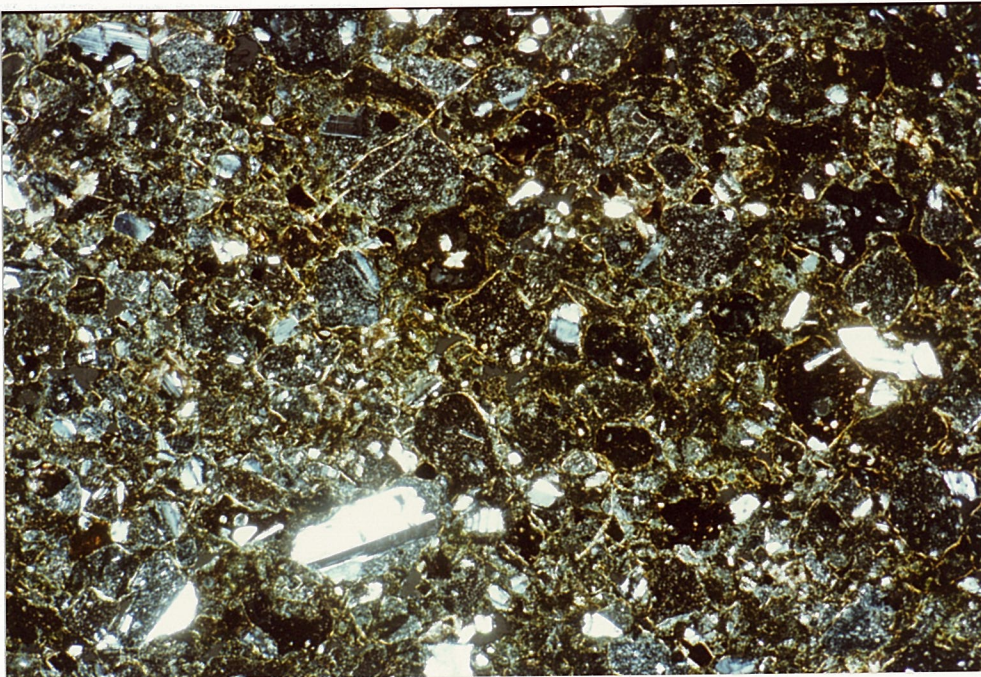


Abb. 13
Probe Nr. 44
25-fach gekr. Nicols

Hellgrau-braune, vulkanische Brekzie; feinkörnig. Komponenten graue, eckige Trachyandesite, bis 0,5 cm groß.

Mineralbestand: Plagioklase, Olivin, Pyroxen, teilweise stark zersetzt.
Die Grundmasse besteht aus Plagioklas, Quarz, Tonmineralen.

Proben Nr. 46 - 48.



Abb. 14
Probe 46

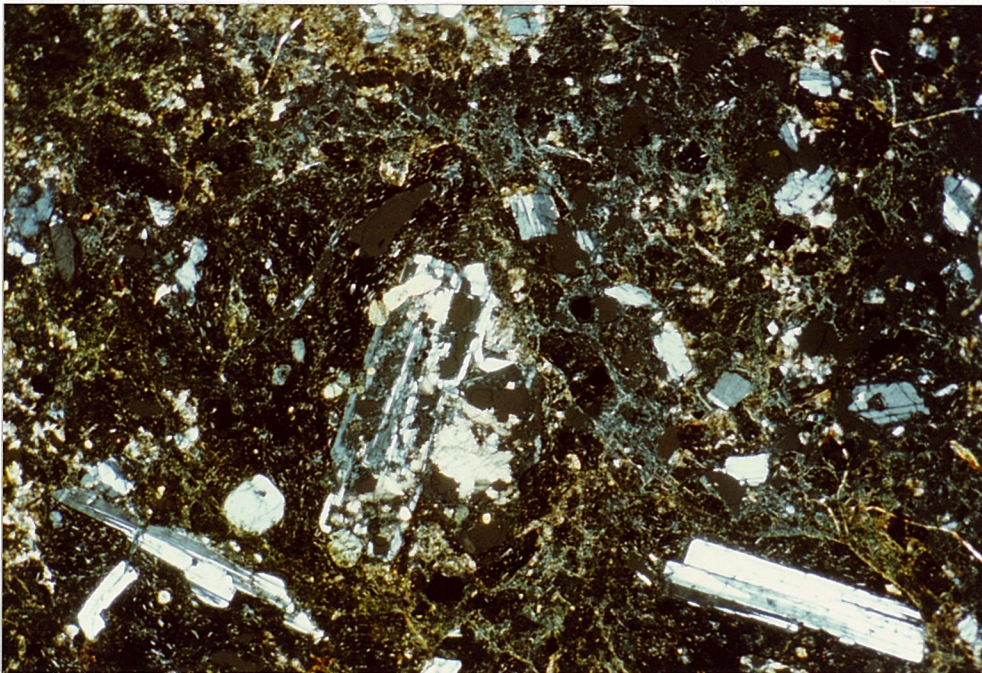


Abb. 15
Probe 46
25-fach, gekr. Nicols

Pyroklastische Brekzie bestehend aus grauen Trachyandesittrümmern, dazwischen tonige Substanz als Bindemittel.

Mineralbestand: Plagioklas (teilweise stark zersetzt), Biotit, Olivin, Reste von Klinopyroxen, Magnetit. Grundmasse ist glasig, teilweise tonig; Bereiche mit Plagioklas.



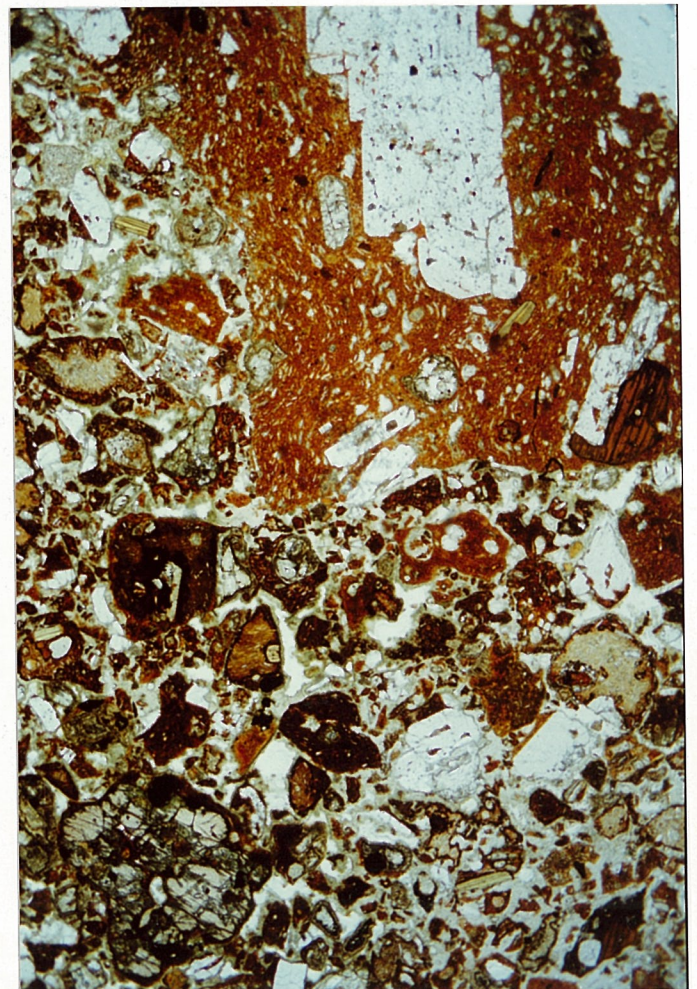
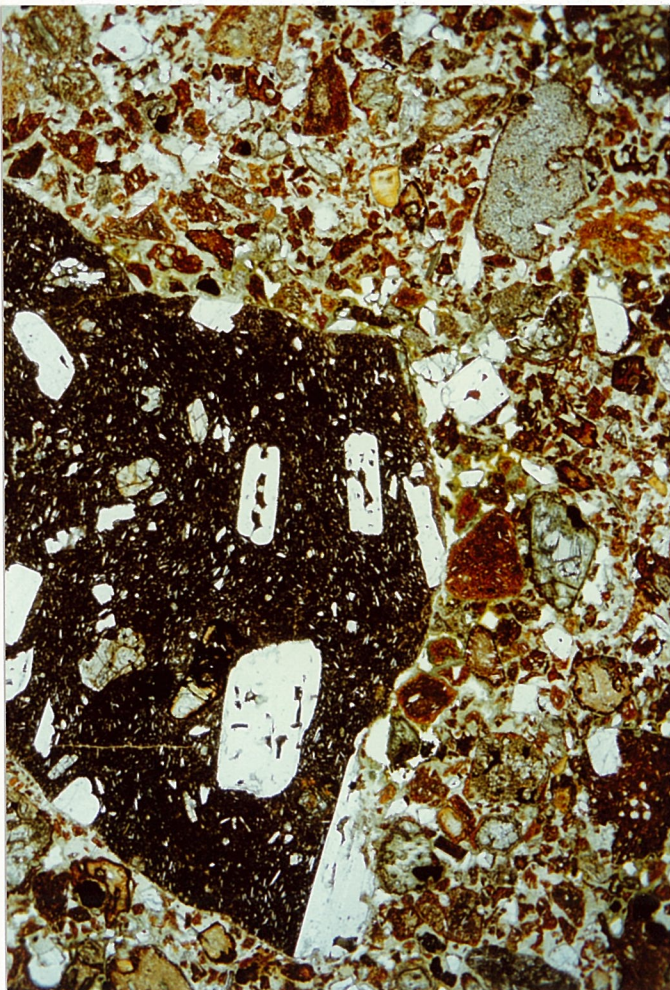
Abb. 16

Probe Nr. 49

Abb. 17 und 18

Probe 49

20-fach, gekr. Nicols



Probe 49

Rotbraune Brekzien, bestehend aus roten und grauen, eckigen Trachyandesittrümmern; Komponentendurchmesser bis 3 mm.

Mineralbestand: In den Komponenten (graue und rote Trachyandesite) herrscht eine Grundmasse von fluidal geregeltem Plagioklas vor. Die Einsprenglinge sind Plagioklas, Biotit, Olivin, Klinopyroxen, Orthopyroxen. Um diese bis 3 mm großen Komponenten sind sehr feinkörnige Komponenten aus Pyroxen, Olivin, Plagioklas, Biotit in einer sehr feinen Aschermatrix.

3. Opalit (hellgrauer-weißer-hellbrauner opalisierter Trachyandesit)

Proben 1 - 10



Abb. 19
Probe Nr. 1

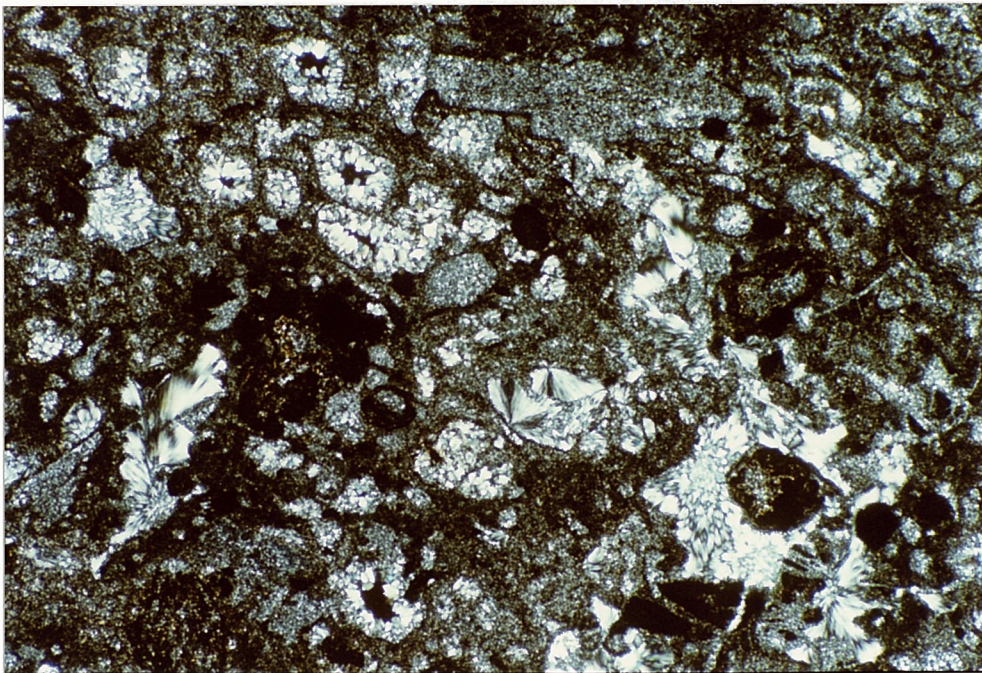


Abb. 20
Probe Nr. 1
40 fache Vergr.

Hellgrau-weißer opalisierter Opalit.

Mineralbestand: Pseudomorphosen nach Olivin, Pyroxen und Plagioklas bestehend aus feinen Quarzkörnern, Entglasungsstrukturen, Chälcedon als Kluftfüllung.



Abb. 21
Probe Nr. 7

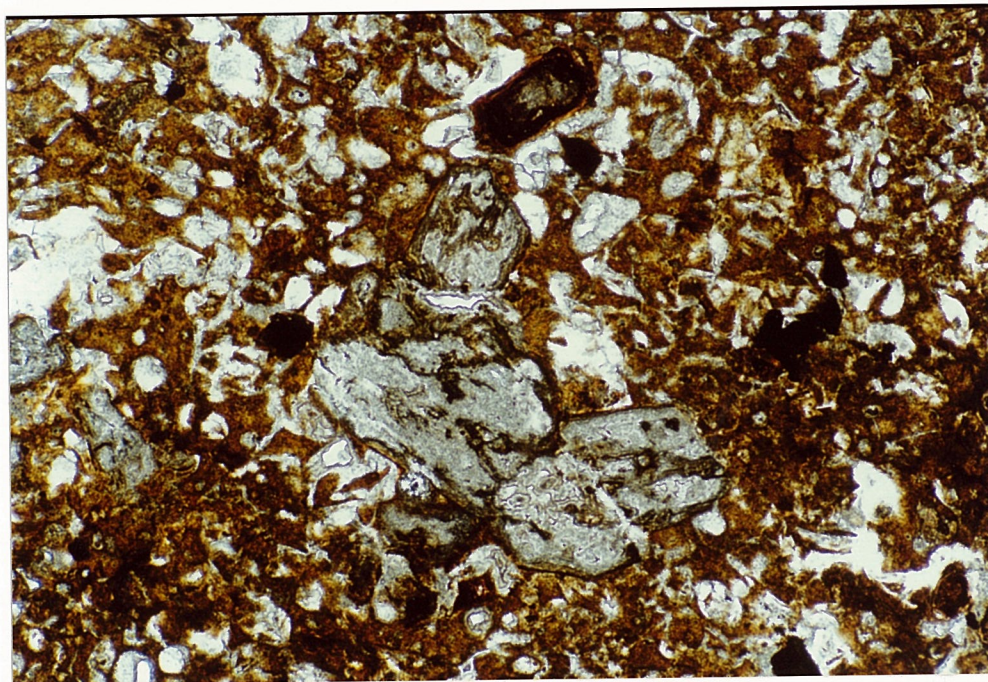


Abb. 22
Probe Nr. 7
25-fache Vergr.

Hellbraun-oranger Opalit.

Mineralbestand: Vollkommen silifiziert, Pseudomorphosen nach Olivin, Plagioklas, Biotit und Pyroxen sind zu erkennen, Kluftfüllungen durch Chalcedon.

4. Unterschiedlich stark silifizierter Alunit



Abb. 23
Probe 21, 25

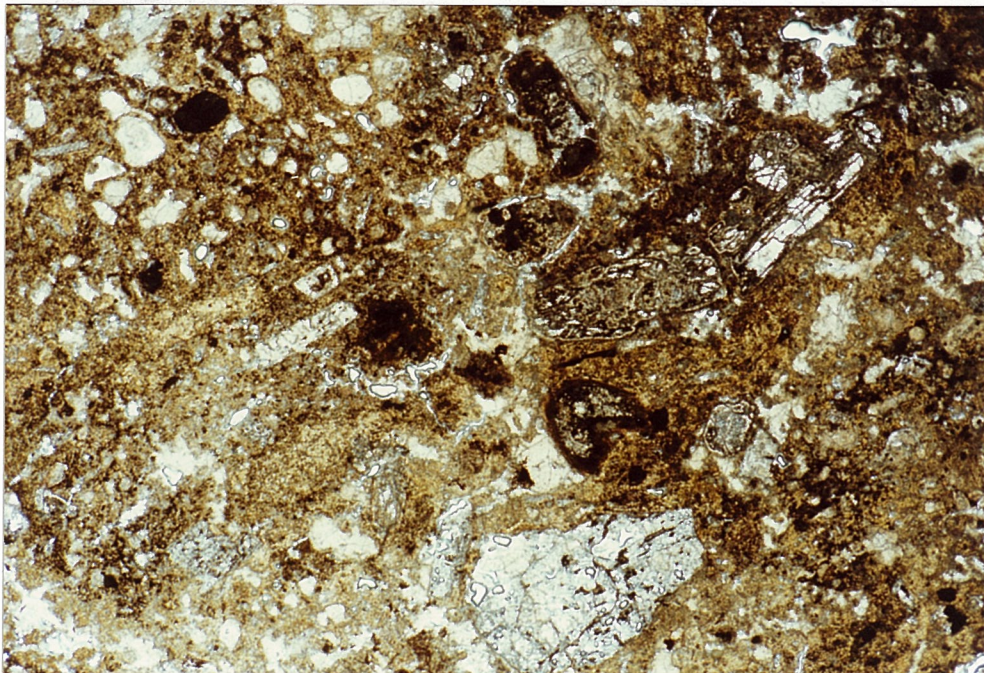


Abb. 24
Probe 21
25-fache Vergr.

Rot-violetter, etwas silifizierter Alunit.

Mineralbestand: Plagioklas, Pyroxen, Biotit, Olivin nur mehr als Relikte vorhanden. Sekundäre Umwandlung in ein Gemenge aus Quarz und Tonmineralen, Biotit teilweise kaolinitisiert. Sehr feinkörnige Grundmasse mit viel Hämatit.

5. Alunit

Proben 11 - 20, 26, 27, 29, 37 - 39

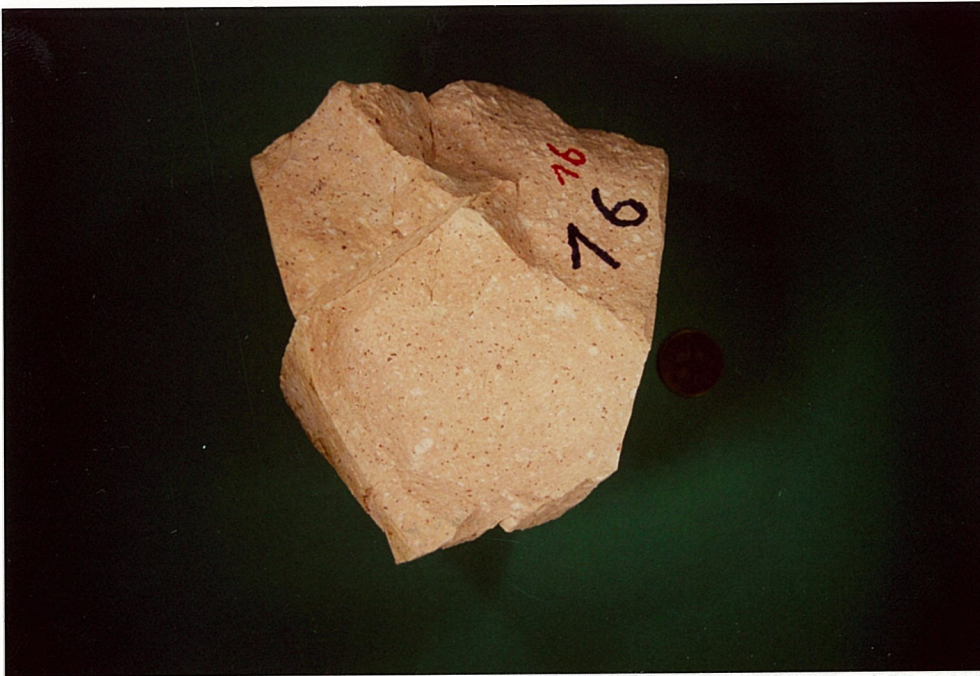


Abb. 25
Probe Nr. 16

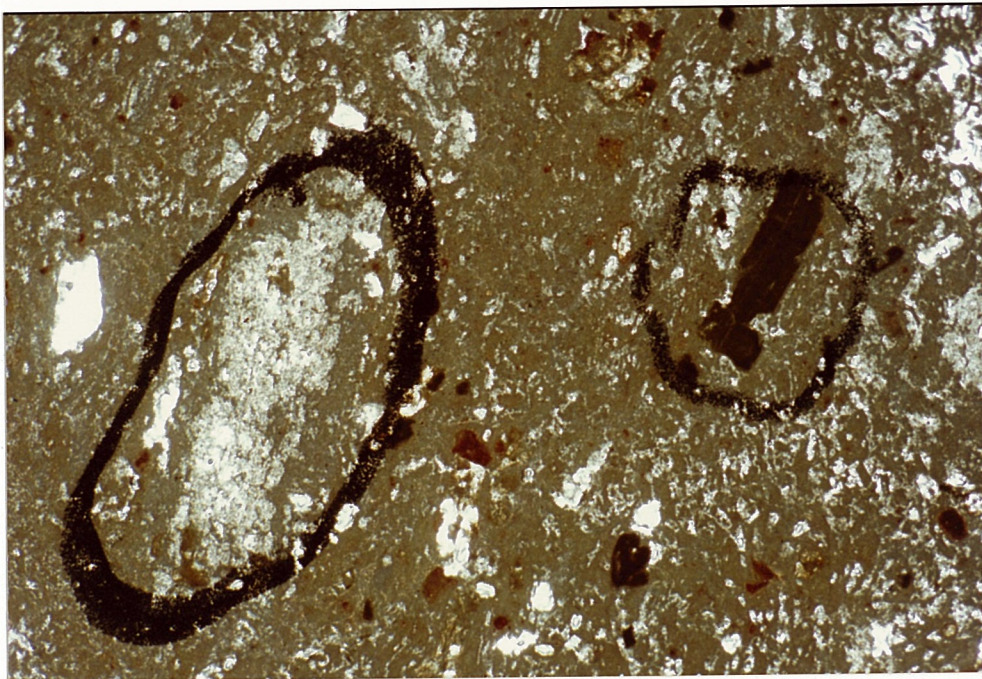


Abb. 26
Probe Nr. 16

li.: Plagioklas mit Siebstruktur
re.: Biotit, kaolinitisiert, 25-fache Vergrößerung

Alunit, hellrosa.

Mineralbestand: Ursprüngliche Einsprenglinge sind nur mehr als Relikte erhalten. Biotit ist kaolinitisiert, Plagioklase mit Siebstruktur (Karbonate, Tonminerale). Die Grundmasse besteht aus Glas, Tonmineralen und Quarz. Die Rosa-Färbung ist auf Hämatit in der Grundmasse zurückzuführen. Magnetit wurde in Hämatit umgewandelt.

6. Tonige Alterationsprodukte

Proben 31, 32, 42, 43



Abb. 27
Probe 31

Rotbraune, stark tonig umgewandelte Breccie. An der Oberfläche Trockenrisse; kaolinitisierte Biotite und Plagioklase im Handstück erkennbar.



Abb. 29, Probe Nr. 61
Grüner Montmorillonit



Abb. 28, Probe Nr. 62
"Blaues Material"
(Montmorillonit)

| ppm | Liparit | Liparit. "Glastuff" E | Trachyt K | Trachyt alteriert K | "frisch" k | Trachyandesit Montmorinz.(K+E) | alteriert Alunitz. | Opalz. (K+E) | Montmorin (E) |
|--------------------------------|---------|--------------------------|--------------|------------------------|--------------|-----------------------------------|-----------------------|--------------|------------------|
| Na % | 1,86 | 0,10 | 2,59 | 2,43 - 0,44 | 2,76 | 1,65 - 0,17 | | 0,025 - 0,06 | 0,03 - 0,07 |
| K % | 5,0 | 0,42 | 4,45 | 4,66 - 3,84 | 4,67 | 2,77 - 1,56 | | 0,0 - 0,025 | 0,10 - 0,24 |
| Rb | | | 310 | 300 - 96 | 350 | 140 - 10 | | -- | -- |
| Ba | | | 1230 | 1310 - 1150 | 1440 | 870 - 1670 | | -- | -- |
| Sr | 107 | 12 | 400 | 50 - 830 | 440 | 404 - 980 | | -- | 0,29 - 0,42 |
| Fe ₂ O ₃ | | | 5,1 | 3,3 - 2,2 | 5,3 | 4,7 - 1,0 | | 0,5 | |
| Fe % | 1,1 | 0,56 | | | 2,07-6,14(E) | 4,41 - 2,43 | | 0,03 | 4,50-13,1 * |
| Ti % | 2,9 | 1,2 | 5,6 | 5,6 - 5,9 | 6,0 | 10,2 - 5,2 | | 3,5 - 6,1 | 0,29-0,42 |
| Mn | 61 | 47 | 470 | 110 - 46 | 160 | 0 - 77 (K) (1558) | | 2 - 34 | 0,35-4225** |
| Co | 7 | 7 | 10 | 4 - 0 | 10 | 3 - 20 | | -- | 15 - 30 |
| Ni | 7 | 12 | 10 | 7 - 0 | 11 | 6 - 11,9 K (38) | | -- | 38 - 52 |
| Cu | 6 | 12 | 21 | 12 - 4 | 30 | 3 - 13,7 K (34) | | -- | 17 - 53 |
| Zn | 40 | 30 | 68 | 47 - 31 | 53 | 15-42 K (100) | | 0 - 10,6 | 42 - 192 |
| Pb | | 23 | | | 12-18 (E) | 4 - 90 E | | 23 - 90 | 11 - 59 |
| V | -- | -- | 57 | 42 - 52 | 7 | 7 - 24 (K) (41,8 - 102) | | -- | 75 - 150 |
| Cr | -- | 30 | 79 | 80 - 44 | 230 | 0 - 362 | | 0 - 452 | 230 - 507 |

* Ferrimontmorillonit

** "Wad

Tab. 13: Bandbreite der Elemente-Mittelwerte in "frischen" Gleichenberger-Vulkaniten und Alterationsprodukten. Zusammengestellt nach Literaturangaben und eigenen Analysen (K = KOLMER 1974, E = eigene Analysen).

Tab. 13 gibt Übersicht über die Stoffverschiebungen, die bei der Alteration in den Gesteinen des Steinbruches Gossendorf erfolgten. Bei den dargestellten Elementen zeigt sich in nahezu allen Fällen eine Abnahme der Konzentrationen von den \pm frischen Gesteinen über die verschiedenen Alterationsstadien der Montmorillonit- und Alunitzone bis zu den opalisierten Partien hin. Lediglich Ti erweist sich als \pm stabil. Alle festgestellten Werte liegen weit unter jeglicher wirtschaftlichen Bedeutung. In der Spalte der alterierten Trachyandesite können bei einigen Elementen die Angaben von KOLMER stark von den eigenen Werten (in Klammer angeführt) divergieren. Dies kann darauf zurückzuführen sein, daß die höheren eigenen Werte aus brekziösen Gesamtgesteinsproben (Komponenten und tonige Matrix) und nicht wie vermutlich bei KOLMER von kompakten Gesteinsproben stammen.

4.2. N- und NW-Flanke des Gleichenberger Kogels

Die Darstellung von KOPETZKY 1971 (Abb. 30) zeigt, warum in diesen Bereichen des Gleichenberger Kogels vulkanische Festgesteine im Anstehenden kaum anzutreffen sind und tonige Lockergesteinsmassen, die von \pm großen Trachyandesitgeröllen durchsetzt sind, weit verbreitet sind.

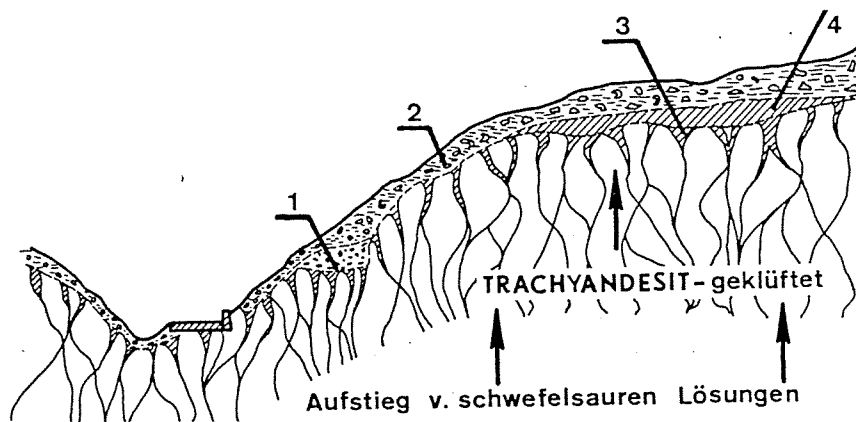


Abb. 30: Schematisches Profil durch die West- und Nordflanke des Gleichenberger Kogels nach KOPETZKY 1971.

- 1: Feinsedimente reich an Kaolinit und Illit.
- 2: In Bewegung geratene Sedimentmassen - Trachyandesitgerölle in stark quellendem Ton eingebettet.
- 3: Zersetzung des Trachyandesites durch schwefelige Säure zu Tonmineralien entlang der Klüfte durch eindringendes Oberflächenwasser.
- 4: Feinsedimente reich an Trachyandesitgeröllen, angelagert auf alter Landoberfläche.

Ein interessantes Profil, das die den Vulkaniten auflagernden marinen Transgressionsbildungen zeigt, befindet sich an einem vom Kogelbachgraben einige hundert Meter östlich der Kote 342 (Straßenkreuzung: Einmündung Kogelbach in Klausenbach) nach NW ansteigenden Güterweg. Entlang des Güterweges wird folgendes Profil angetroffen:

- 200 cm Wechselfolge von gelbbraunen Sanden (örtlich Kreuzschichtung, Rippeln) und 7 Grobsand- und Kieslagen (Komponenten sind vulkanogene Klastika), maximaler Durchmesser der Komponenten 4 bis 5 cm, Rundung: gut (Abb. 31).
- 100 cm Konglomeratlage mit 50 bis 60 cm im Durchmesser messenden Trachyandesitgeröllen, die in teilweise noch weiches toniges Sediment einsedimentiert wurden (Abb. 32).
- 130 cm graue glimmerige Feinsande.
- 150 bis 200 cm monomiktes Transgressionskonglomerat aus bis zu 80 x 50 cm messenden, gut gerundeten, grusig verwitternden Trachyandesitblöcken (teilweise leicht alteriert; zonar gebaute Plagioklase).
- 5 cm rotbraune Fe-Mn-Kruste.
- 30 bis 40 cm grünlich gefärbter, montmorillonitisch zersetzter Trachyandesit. Nach oben in gelbbraun gefärbte Partien übergehend (Abb. 33).

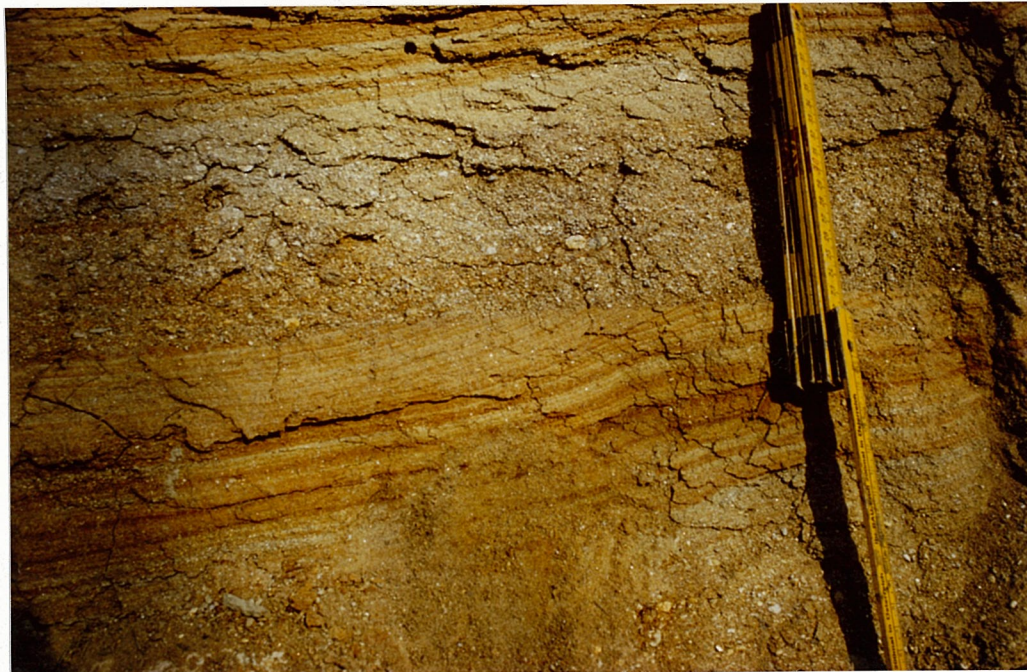


Abb. 31: Ausschnitt aus der Sand-/Kies-Wechsellagerung über dem Transgressionshorizont. Grobsand-Kieslage kappt schräggeschichtete Sande.



Abb. 32: Einbettung von Trachyandesitgeröllen in pelitischem Material, das zum Zeitpunkt der Block-Sedimentation noch plastisch reagierte.



Abb. 33: Transgressionsbildungen auf Trachyandesiten.

1. Zu Montmorin zeretzter Trachyandesit.
2. Rotbraune Fe-/Mn-Kruste.
3. Transgressionskonglomerat.

Die unter dem Transgressionskonglomerat liegenden Vulkanite zeigen eine fast vollständige Zersetzung zu Montmorillonit, während die Komponenten des Transgressionskonglomerates einen noch verhältnismäßig frischen Eindruck vermitteln. Die Matrix des Konglomerates ist ebenfalls stark tonig durchsetzt. Bei der Fe-Mn-Kruste an der Grenze zu den liegenden zu Montmorin zersetzten Vulkaniten dürfte es sich um Imprägnationserscheinungen handeln, die durch die unterlagernden Tone (Stauhorizont) entstanden sind und vermutlich ein jüngeres Alter besitzen. Die besondere Bedeutung dieses Aufschlusses liegt darin, daß ab dem Obersarmat von dieser Höhenlage aus Meerwasser zirkulierend in die Tiefe wirken konnte.

4. 3. Steinbruch Klause

Der Steinbruch, in dem trachyandesitische Gesteine von der Fa. Schlarbaum als Hartgestein zur Schottererzeugung abgebaut werden, zeigt die vielfachen Erscheinungsformen der trachyandesitischen Gesteine von massigen Varietäten bis hin zu verschiedenen pyroklastischen Brekzien.



Abb. 34: Trachyandesit-Steinbruch der Fa. Schlarbaum in der Gleichenberger Klause; aufgenommen von der Burgruine Gleichenberg.

Undeutlich erkennbar sind die SW-fallenden Einschaltungen pyroklastischer Gesteine.

Die massigen, nicht brekziösen, grauen und roten Gesteinspartien bestehen nach HERITSCH aus Einsprenglingen von diopsidischem Augit, völlig in "Iddingsit umgewandeltem Olivin, titanreichem Biotit und Labradorit. Hypersthen und Sanidin sind selten. Diese Einsprenglinge befinden sich in einer feinstkörnigen Grundmasse aus Labradorit, Sanidin, Pyroxen und Apatit. Feinstverteilter Magnetit und Hämatit verursachen die Grau- bzw. Rotfärbung des Gesteins. Neben dem Trachyandesit ist im Raum Gleichenberg auch noch Trachyt zu finden, der den älteren Trachyandesit überflossen hat. Der Unterschied gegenüber dem Trachyandesit besteht darin, daß der Trachyt große Sanidineinsprenglinge enthält, die dem Trachyandesit fehlen. Im Steinbruch Schlarbaum sind Trachyte nur im Geländehöchsten vertreten.

Auch im Steinbruch in der Gleichenberger Klause sind sekundäre Gesteinsveränderungen auffallend. Die Porenräume des Trachyandesits sind mit SiO_2 -Modifikationen und Tonmineralen erfüllt. Mineralbildungen in Hohlräumen des Trachyandesits sind aus diesem Steinbruch bisher nur wenige beschrieben worden. Besondere Erwähnung verdient jedoch ein erst jüngst beschriebener Fund des seltenen Scandiumphosphates Kolbeckit (POSTL 1981).

Grauer Trachyandesit

Proben Nr. 52 und 53



Abb. 35
Probe Nr. 53



Abb. 36
Probe Nr. 53
25-fach, gekr. Nicols

Mineralbestand: Einsprenglinge: polysynthetisch verzwilligte Plagioklase, Orthopyroxene mit einer Umrandung aus Erzmineralen, Olivin, Iddingsit (Formrelikt nach Olivin bestehend aus einem Gemenge von Göthit, Hämatit, Tonminerale), Klinopyroxen (Augit, Titanaugit), Biotit (stets mit Panzerung), Chalcedon, Hornblende (mit Rand aus Magnetit).

Grundmasse: Mikrokristallin-porphyrisch, fluidale Regelung.

In der Grundmasse: Plagioklas, Sanidin, Klinopyroxen, Ilmenit, Magnetit.

Roter Trachyandesit

Probe Nr. 55 und 56



Abb. 37
Probe Nr. 55

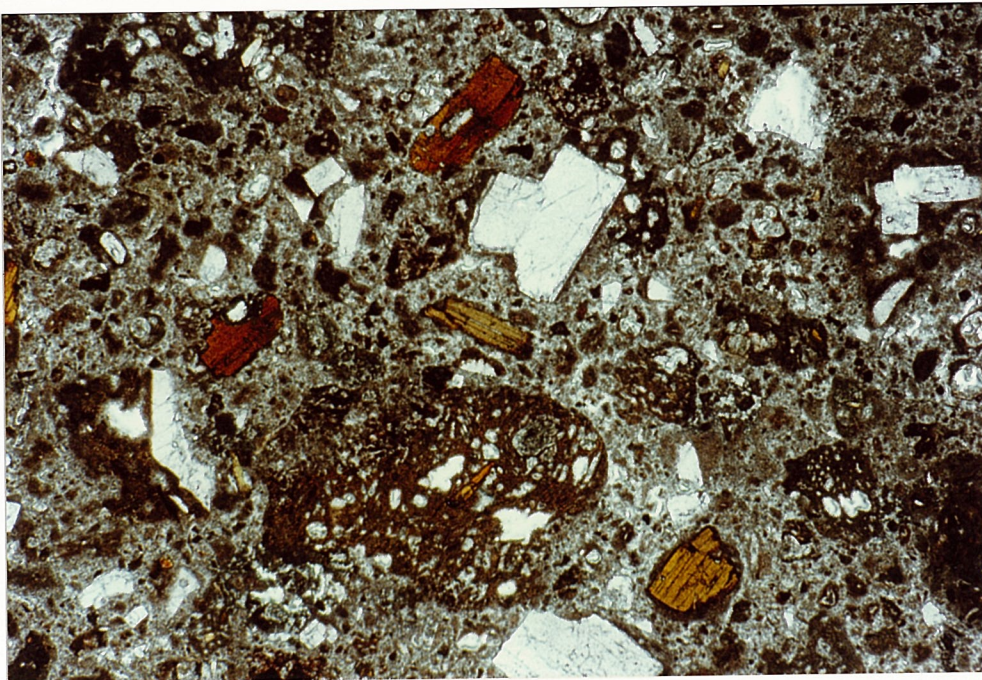


Abb. 38
Probe Nr. 55
25-fach, gekr. Nicols

Rote, leicht silifizierte Trachyandesit-Breccie.

Mineralbestand: Plagioklase, Hypersthen, Olivin, Biotit, Hornblende, Augit. Die Grundmasse zeigt ein mikrokristallin-porphyrisches Gefüge, Glas mit sphärolithischen Entglasungserscheinungen.

Der Großteil des Steinbruchs baut sich aus vulkanischen Brekzien auf, in die einige nur m-mächtige massive Vulkanite eingeschaltet sind. Beide Gesteinstypen weisen ein vulkanogenetisch bedingtes Südfallen auf, in einigen Fällen können in den massigen Gesteinen \pm schichtparallele Blasenzüge festgestellt werden. Die räumliche Verteilung der Brekzien ist lateral wie auch vertikal starken Schwankungen unterworfen, wie das durch den Abbau bedingte sich rasch ändernde Bild der Steinbruchfront zeigt.

Die Komponenten der vulkanischen Brekzien bestehen ausschließlich aus vulkanischen Gesteinen (überwiegend rote und graue Trachyandesite, untergeordnet blasige Schlackenlaven). Aufgrund der Komponentenzusammensetzung, Dichte der Packung, Rundung und Matrix können mehrere Brekzientypen erkannt werden. Die räumliche Verbreitung der einzelnen Brekzientypen ändert sich rasch, sie kann daher in dargestellten Übersichtsdarstellungen nicht wiedergegeben werden.

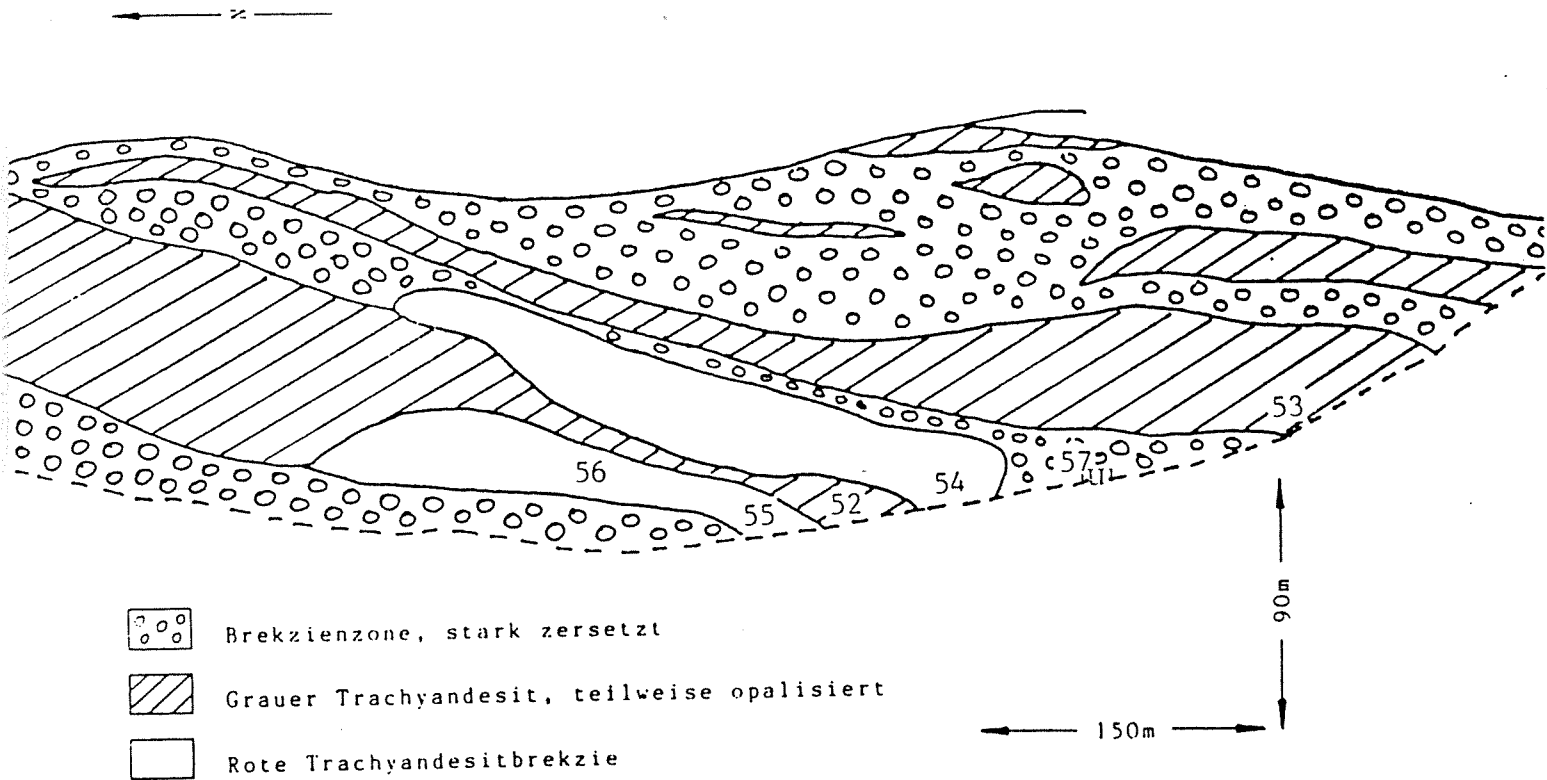


Abb. 39: Aufschlußsituation 1988 im Steinbruch Klause mit schematischer Darstellung der Brekzienhorizonte.

Detaillierte Studien dieser Brekzien könnten sicherlich Auskunft über die Art der Fragmentierung der Komponenten (hydro-, pyro- oder epiklastisch), Ablagemilieu und Ablagerungsmechanismen der pyroklastischen Gesteine liefern. Auffallende Brekzientypen sind dabei:

- Trachyandesitbrekzien, bei denen rote und graue, eckige Komponenten in einer dichten trachyandesitischen Matrix eingebettet sind (Abb. 40).
- Brekzien mit einem dominant tonigen grünen Bindemittel (Ferrimontmorillonit, Tab. 14), schwarzen MnO_2 -Oxiden und Kryptomelan-Mineralisationen. In den häufig auftretenden offen stehenden Zwickeln zwischen den Großkomponenten sind zahlreiche Sekundärmineralisationen feststellbar (SiO_2 -Phasen, Aragonit, etc.) (Abb. 42 und 43).
- Brekzien mit roten, blasigen Schlackenkomponenten (Abb. 44).
- Bombentuffe (Abb. 45).

Unterschiedlich große, runde vulkanische Gesteinskomponenten liegen mehr oder weniger dicht gepackt in einer gelblich-grünen, tonigen Matrix. Es handelt sich dabei sicherlich um Fallout-Lagen, deren ursprüngliche glasige Aschenmatrix nun weitestgehend zu Montmorillonit umgewandelt ist. Verbreitungsschwerpunkt: an der NW-Flanke des Steinbruchareals N der Aufbereitungsanlage.

Sicher tektonische Strukturen sind nur in Form einer Störung/Kluft im Bereich der zuletzt genannten Bombentuffe N der Aufbereitungsanlage erkennbar (Abb. 46). Die Auswirkung dieses tektonischen Systems ist nicht ersichtlich.



Abb. 40: Block Mitte: Trachyandesitbrekzie mit roten und grauen Komponenten in dichter Trachyandesit-Matrix.



Abb. 41: Pyroklastische Brekzie mit Komponenten bis 50 cm im Durchmesser.
Als Komponenten treten rote und graue Trachyandesite auf.
Die Matrix besteht aus Aschenmaterial.



Abb. 42: Brekzie mit grauen Trachyandesit- und Schlackenkomponenten.
Als Matrix tritt grüner Ferrimontmorillonit auf. Häufig sind
auch schwarze Krusten von "Wad" (MnO_2 -Oxiden). Die Komponenten
erreichen einen Durchmesser bis zu 50 cm.



Abb. 43: Brekzie aus roten Trachyandesit-Trümmern in einer grünen, tonigen Matrix (Ferrimontmorillonit).



Abb. 44: Pyroklastische Brekzie, die neben grauen und roten Trachyandesiten auch poröse Schlacken beinhaltet.



Abb. 45: Bombentuff. Die Matrix bestand ehemals aus Glasasche, die heute weitestgehend zu Montmorillonit umgewandelt ist.



Abb. 46: Steinbruch Klause.
Störung/Kluft mit unbekannter Auswirkung in Bombentuffen nördlich der Aufbereitungsanlage.

Weiters zeigt sich, daß die massigen Trachyandesitlagen senkrecht zur Schichtung und Fließrichtung durch teilweise gebogene Klüfte durchzogen werden. Auffallend ist, daß sich diese Trennflächen in den jeweils unter- und überlagernden pyroklastischen Gesteinen nicht fortsetzen. Es liegt daher nahe, sie nicht tektonisch zu erklären, sondern sie in Zusammenhang mit Abkühlung und Fließbewegungen der trachyandesitischen Lagen zu sehen. Von den im Steinbruch Klausen auftretenden Gesteinen wurden die Trachyandesite bzw. in einigen Fällen die tonig-alterierte Matrix der Brekzien untersucht.

Geochemische und mineralogische Daten über Ferrimontmorillonit postvulkanischer-hydrothermalen Entstehung aus dem Steinbruch Klausen sind in Tab. 14 enthalten (HERITSCH 1976).

| | 1 | 2 | 3 HERITSCH 1975 |
|--------------------------------|--------|-------|--------------------|
| SiO ₂ | 52,03 | 51,13 | 46,39 |
| TiO ₂ | 0,49 | 0,49 | 0,62 |
| Al ₂ O ₃ | 13,97 | 15,36 | 13,72 |
| Fe ₂ O ₃ | 7,88 | 8,94 | 10,71 |
| FeO | 0,18 | 0,14 | 2,70 |
| MnO | 0,12 | 0,08 | tr. |
| MgO | 3,02 | 3,07 | 3,66 |
| CaO | 1,06 | 1,38 | 1,67 |
| Na ₂ O | 0,58 | tr. | 0,11 |
| K ₂ O | 1,31 | 0,75 | 0,71 |
| P ₂ O ₅ | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| CO ₂ | 0,00 | 0,00 | (1,91) |
| H ₂ O | 19,60 | 18,65 | 18,18 |
| | 100,24 | 99,99 | 100,38 |
| Ferrimontmorillonit | 99,3 | 93,3 | 83,7 |
| Saponit | — | 4,4 | 7,9 |
| Al-Hydroxyd | — | 1,6 | 2,9 |
| Siderit | — | — | 4,3 |
| Calcit | — | — | 0,6 |
| Rutil, Erz | 0,7 | 0,7 | 0,6 |

Tab. 14: Chemische Analysen und mineralogische Zusammensetzung von grünen Krusten auf zersetztem Latit (Trachyandesit) vom Steinbruch des Südausganges der Gleichenberger Klausen (HERITSCH 1976).

4.4. Steinbruch Schaufelgraben

Eine petrographische Besonderheit des Gleichenberger Massivs stellt der Liparit (Quarztrachyt) des Schaufelgrabens dar. Er grenzt im N ohne ersichtliche Kontaktbildungen und Aufschlüsse an Trachyandesite. Sonst wird er von Sarmatsedimenten umhüllt. Das Vorkommen mißt etwa 600 x 250 m; die Mächtigkeit ist im Steinbruchbereich mit mindestens 50 m aufgeschlossen. Hinsichtlich der vulkanischen Altersabfolge vertrat schon WINKLER-HERMADEN 1927 die Auffassung, daß der Liparit das jüngste Glied des miozänen Vulkanzyklus darstellt. Dies wird auch durch Sr^{87}/Sr^{86} -Datierungen von KOLMER 1980 bestätigt (vgl. auch S 11).



Abb. 47: Ehemalige Abbaufrent im Liparitsteinbruch Schaufelgraben.

Liparit

Proben Nr. 50, 51



Abb. 48

Probe Nr. 50

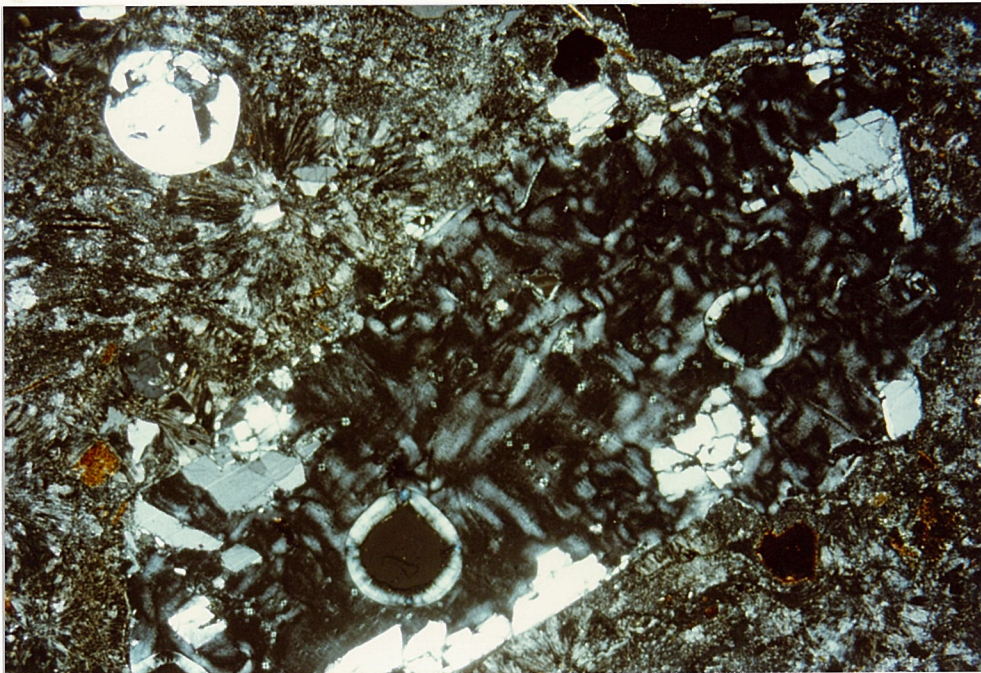


Abb. 49

Probe Nr. 50*

* myrmekitische Verwachsung von Quarz und Plagioklas, 20-fache Vergr., gekr. Nic.

Mineralbestand: Biotit, Hornblende, Plagioklas, Quarz, sphärolithische Entglasungserscheinungen nach Quarz, Quarz und Plagioklas zeigen eine Verwachsung (myrmekitisches Gefüge). Die Grundmasse besteht aus Quarz, Feldspat, Glas, Magnetit, Entglasungserscheinungen.

Petrographisch wird der Liparit (Quarztrachyt) von HÖLLER in FLÜGEL et al. 1964 folgend charakterisiert:

Der Quarztrachyt besteht aus bis 1 cm großen Einsprenglingen von typischem Porphyryquarz, von Sanidin (mit 38 % Albit) und normalzonarem Plagioklas (Andesit-Oligoklas), wenige Millimeter großen Einsprenglingen von titanreichem Biotit und einer sehr feinkörnigen Grundmasse aus Alkali-Feldspäten und Quarz. Das Gestein ist wegen des gemeinsamen Vorkommens von Andesin, Sanidin und Quarz eine Besonderheit. Nuß- bis kopfgroße Einschlüsse toniger, vorwiegend aus Montmorillonit (HÖLLER 1964) bestehender Substanz sind entweder mitgeflößte Brocken eines tieferliegenden Tuffes oder sekundär veränderte glasige Partien. Zeolithbildung (Klinoptilolith) konnte ebenfalls beobachtet werden (HÖLLER 1965).

Als jüngste Bildung treten an Klüften bis mehrere Zentimeter dicke Pyritkrusten auf, die zu Eisenvitriol und Copiapit verwittern und dabei das Gestein angreifen.

Im heute stillgelegten Steinbruch zeigt das Gestein eine mitunter gute Bankung mit einem ca. 15 bis 20° nach W gerichtetem Einfallen. Diese Richtung stimmt auch mit der Orientierung von Blasenügen überein (Abb. 50). Dadurch können diese Richtungen als primäre magmatische Fließrichtungen interpretiert werden. Diese Beobachtungen untermauerte SCHOCKLITSCH 1935 auch durch Korngefügemessungen an Quarz und Biotit.

Selbst durchgeführte Gefügemessungen zur Ermittlung der Fließrichtungen ergaben im Gesamtbereich unterschiedliche, zwischen SW und NW streuende Richtungen. Dadurch ergeben sich in den einzelnen Steinbruchbereichen folgende Fließrichtungen:

1. SCHOCKLITSCH 1935 ermittelte in den Südteilen des Bruches Fließrichtungen um 208°.
2. Eigene Messungen an der Basis des heutigen Bruches zeigen Richtungen zwischen 230 und 235° an.
3. In den hangenden Anteilen im Wald über dem Bruch treten gestreute Richtungswerte zwischen W und NW auf.

Unter den unterschiedlich auftretenden Kluftsystemen (Abb. 50), die den Liparit blockartig zerlegen, fällt ein klaffendes Spaltensystem mit wellig verbogenen Flächen auf. Die bis zu 15 bis 20 cm mächtigen Spalten sind mit grünen Tonen

(? Ferrimontmorillonit) gefüllt, die nicht zersetzte Gesteinsfragmente und Kristallgrus beinhalten. Richtungsmäßig steht dieses System \perp senkrecht auf die auf den Lavafluß hervorgerufene Bankung (Abb. 50). Dadurch könnten diese Klüfte als Abkühlungsphänomene interpretiert werden, entlang welcher sich bevorzugt Alterationsprozesse abspielen konnten.



Abb. 50: Das "Schichtungsgefüge" im Liparit des Schaufelgrabens entspricht dem magmatischen Fließgefüge. \perp Senkrecht dazu treten Kluftsysteme auf. Eines (1) ist klaffend, wellig und mit Montmorillonit-Füllungen ausgestattet.

In den hangenden Partien des Liparits finden sich mitunter feinstkörnige weiße Knollen, die zum Großteil aus vulkanischem Glas bestehen (Probe Nr. 58, Abb. 51, 52). Auch in den liegenden Liparitpartien dürften solche knolligen Einschaltungen einmal vorgelegen sein. Nur sind sie hier nach einer erfolgten Zersetzung zu Montmorillonit bereits vollkommen aus dem Gestein ausgewaschen, wodurch elliptische bis kopfgroße Hohlräume im Gestein entstehen (Abb. 53).

"Tuff"knolle aus Liparit

Probe Nr. 58



Abb. 51

Probe Nr. 58

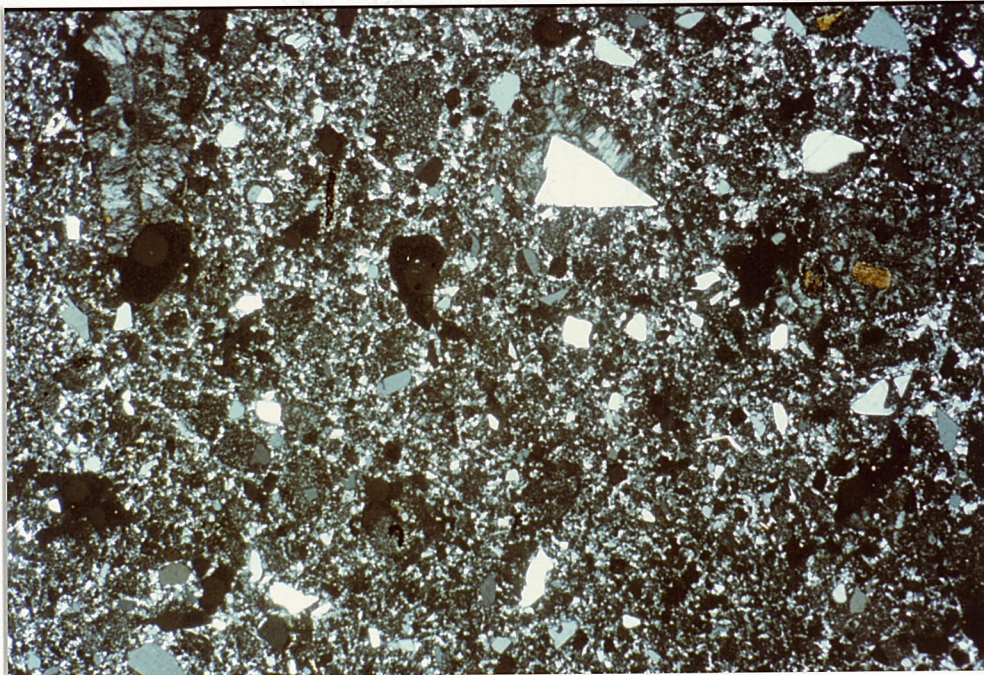


Abb. 52

Probe Nr. 58

25-fach, gekr. Nic.

Mineralbestand: Quarz, Biotit, Glas mit sphärolithischer Struktur, kein Feldspat.

Die Grundmasse besteht aus Tonmineralen und Glas.



Abb. 53: Die dunklen Löcher im Liparit sind vermutlich Tuffbrocken, die zu Montmorillonit umgewandelt und danach aus dem Gestein ausgewaschen wurden.

Keilförmige Gesteinskörper (Abb. 54), die im gesamten Bereich immer wieder auftreten und deren "Spitz" in Fließrichtung zeigt, sind vermutlich besondere Erstarrungsformen. An einer Stelle im Liegenden des Liparits treten teigartig verknetete Liparite und darüber folgende geringmächtige Liparitbrekzien auf (Abb. 55.) Auch diese Erscheinungen können als Besonderheiten in der Erstarrung des zähfließenden Lavas erklärt werden.



Abb. 54: Spitz zulaufende Gesteinskörper in der Liparitmasse, die als besondere magmatische Erstarrungsformen interpretiert werden. Der "Spitz" weist in Richtung des Fließens.



Abb. 55: Teigartig verkneteter Liparit und Brekzienlagen als besondere Erstarrungsformen des zähen Liparit-Magnas.

5. Schlußbemerkungen, Folgerungen

Die spurengeochemischen Untersuchungen, die sich schwerpunktmäßig auf die Steinbrüche Gossendorf, Klause und Schaufelgraben beschränkten, erbrachten trotz massivster Alterationserscheinungen bei den untersuchten Spurenelementen (Na, K, Rb, Sr, Fe, Ti, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Pb, V, Cr, Au) keine erhöhten Konzentrationen. Die Goldgehalte liegen meist überhaupt unter der Nachweisgrenze, die "höchsten" Goldwerte sind an vulkanische Brekzien des Steinbruchs Klause gebunden.

Bei den Alterationsprozessen wurde eine reichhaltige Sekundärmineralparagenese hervorgerufen. Davon besitzen Opal und Alunit (österreichischer Traß) auch heute noch wirtschaftliche Bedeutung, Bentonit wurde ebenfalls zeitweise abgebaut. Die weit verbreiteten tonigen Alterationsprodukte (Montmorillonit, Kaolinit), die nicht nur auf den ehemaligen Abbaubereich in Gossendorf beschränkt sind, würden jedoch besonders an der N- und NW-Flanke des Gleichenberger Massivs eingehendere Untersuchungen (mit Tiefenaufschlüssen und Aufbereitungsversuchen) rechtfertigen.

Ursachen der Alterationsprozesse sind:

1. Postvulkanische Erscheinungen, deren Aktivität im Baden zum Erliegen kam (vgl. dazu KOLMER 1980).
2. Chemische Verwitterungsprozesse, die Feldspäte hydrolytisch zersetzen und vulkanisches Glas zu Tonmineralen umwandeln.
Diese Prozesse laufen unter atmosphärischen Bedingungen auch heute noch ab.

Die Frage nach allfälligen metallischen Konzentrationen kann nach diesem ersten geochemischen Fingerprinting noch nicht endgültig als erledigt angesehen werden. Vor weiteren gezielten analytischen Untersuchungen sollten jedoch systematische Untersuchungen an den vulkanischen Brekzien durchgeführt werden. Daraus sind sicherlich Details über Eruptionsmechanismen und den Gesamtbau des Vulkanbauwerkes abzuleiten.

Weiters liegen zur Zeit noch keine Untersuchungsergebnisse aus eindeutig identifizierten Schlotbereichen vor.

Zusätzlich müßte gezielt nach Alterationen vom Prophyritisierungstyp gesucht werden, da Schlotbrekzien und Prophyritisierungsbereiche in der Slowakei und

Siebenbürgen als erzhöflich gelten. Hinweise darauf, daß bei den Alterationen zumindest örtlich auch Propylitisierung, die sich durch eine Chloritisierung der Vulkanite auszeichnet, stattfand, sind Angaben von HERITSCH et al. 1965 über alterierte Quarzlatite in der RAG-Bohrung Mitterlabill und HAUSER & KAPOUNEK 1953 über Andesite N Mureck. In beiden Fällen ist in den alterierten Gesteinen Chloritisierung neben Ankerit und Siderit feststellbar.

Die umfangreichste Liste von Sekundärmineralisationen stammt aus dem Bereich Gossendorf, Klause und Schaufelgraben (KLAMMER 1983 und unveröffentlichte Angaben von W. POSTL):

Sulfide:

Pyrit
Kupferkies?
sekundäre Cu-Mineralien

Oxide, Hydroxide:

SiO₂-Gel
Opal
Cristobalit (Lussatit)
Tridymit
Quarz (Chalcedon)
"Wad" (= MnO₂-Oxide)
Kryptomelan

Carbonate:

Siderit
Calcit
Aragonit

Sulfate:

Baryt
Alunit
Rozenit
Melanterit
Halotrichit
Gips
Copiatit

Phosphate:

Kolbeckit
Kakoxen
Carbonat-Apatit

Silikate:

Montmorillonit
Ferrimontmorillonit
Saponit
Kaolinit
Heulandit
Klinoptilolith

Zusätzlich wurde in der RAG-Bohrung Binderberg 1 als tiefhydrothermales Umwandlungsprodukt Dawsonit (HERITSCH 1975a) festgestellt. In zersetzten vulka-

nischen Gesteinen der Bohrung Ponigl wurden von HERITSCH 1975b als Alterationen Montmorillonit und Limonit gefunden.

Ein Blick auf die Verbreitung der bekannten Erzprovinzen innerhalb der miozänen Vulkanite des pannonisch-karpatischen Raumes zeigt, daß z. B. in der Slowakei in obertags flächenmäßig in einem Bereich von ca. 7500 km² auftretenden Vulkanite Vererzungen nur in verhältnismäßig kleinen Bereichen führen. Das Auffinden vererzter Bereiche in der obertags lediglich 2 x 2 km messenden Vulkanitmasse von Gleichenberg auf den ersten Versuch wäre somit äußerster Zufall. Bei einem weiteren Verfolgen dieser Fragestellung müßten sämtliche Vulkanite, die bei diversen Bohrvorhaben im Steirischen Becken angetroffen wurden, systematisch petrologisch und geochemisch untersucht werden. Zusätzlich kann durch die nun verfügbaren geophysikalischen Daten aus dem Untergrund des Steirischen Tertiärbeckens (siehe dazu EBNER et al. 1986, FLÜGEL 1988), die räumliche Ausdehnung der Vulkanbauten rekonstruiert und auch in einigen Fällen die Position von Förderschloten angegeben werden. Bohrungen mit Vulkaniten im Steirischen Becken:

| | |
|--------------------|------------------|
| RAG: Walkersdorf 1 | ÖMV: St. Nikolai |
| Paldau 1 | Wiersdorf |
| Perldorf | St. Peter |
| Mitterlabill 1 | Perbersdorf. |

Mineralwasserbohrung Kurpark Gleichenberg

Vulkanite aus diesen Bohrungen wurden nur aus einzelnen Teilbereichen von HERITSCH petrologisch untersucht. Die umfangreichste Bearbeitung weist die Kernstrecke aus der Bohrung Gleichenberg auf (HERITSCH 1982).

Lage der Bohrpunkte (Abb. 56), Ausdehnung und Tiefenlage der Vulkanitkörper (Abb. 57), Position der Schlotbereiche (Abb. 57) und Einschaltung der Vulkanite innerhalb der tertiären sedimentären Beckenfüllung (Abb. 58-60) geht aus den EBNER et al. 1986 entnommenen Abbildungen hervor.

Weitere Verbreitungsgebiete miozäner Vulkanite befinden sich im Bereich der Mittelsteirischen Schwelle in der Umgebung des Shoshonitsteinbruches Weiten-dorf (dazu auch die Bohrungen Wundschuh und Ponigl) sowie im Raum Retznei-Mur-eck (vgl. HAUSER 1951).

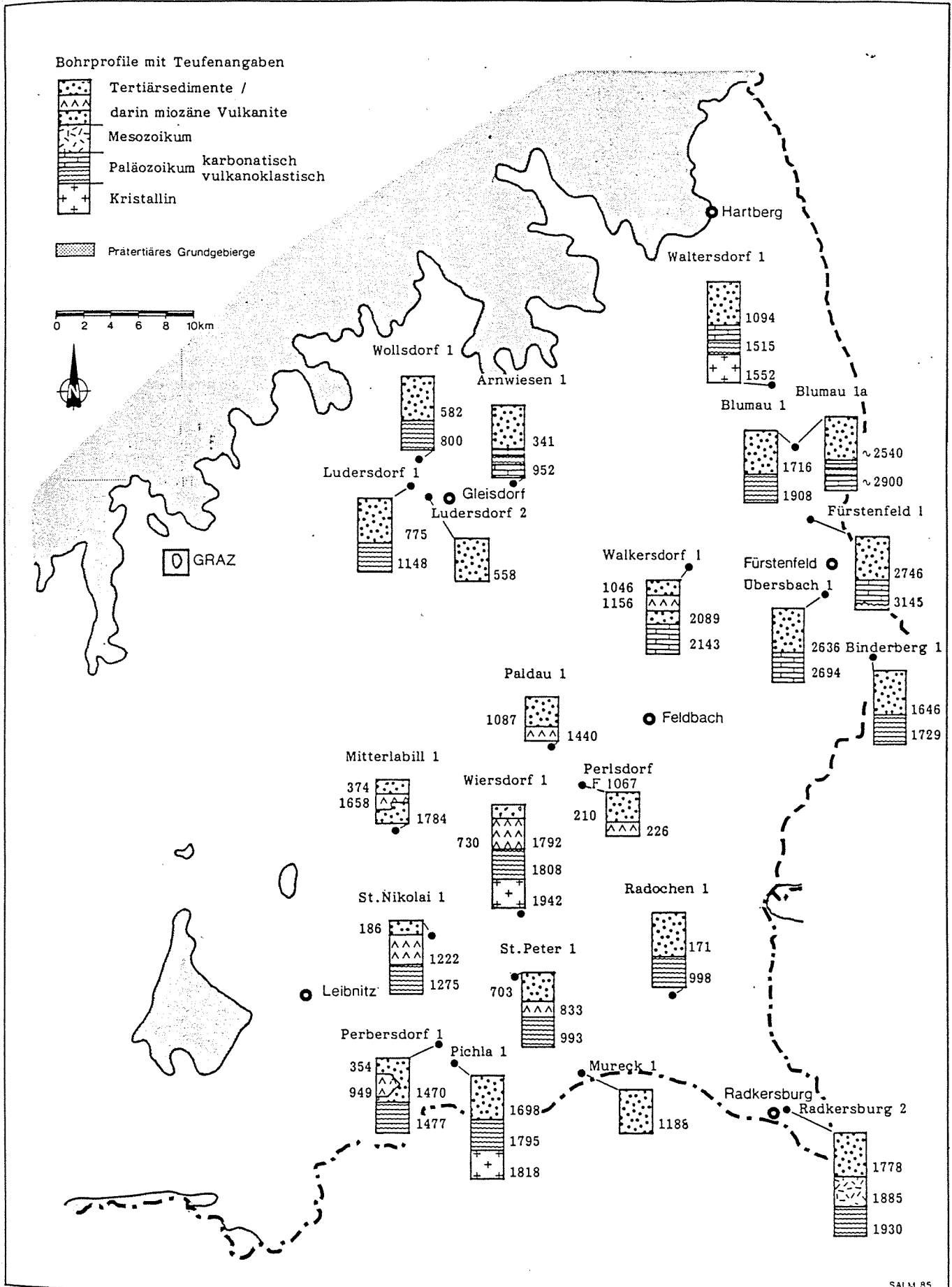


Abb. 56: Übersicht über die Tiefbohrungen des Steirischen Tertiärbeckens
 (aus EBNER et al. 1986).

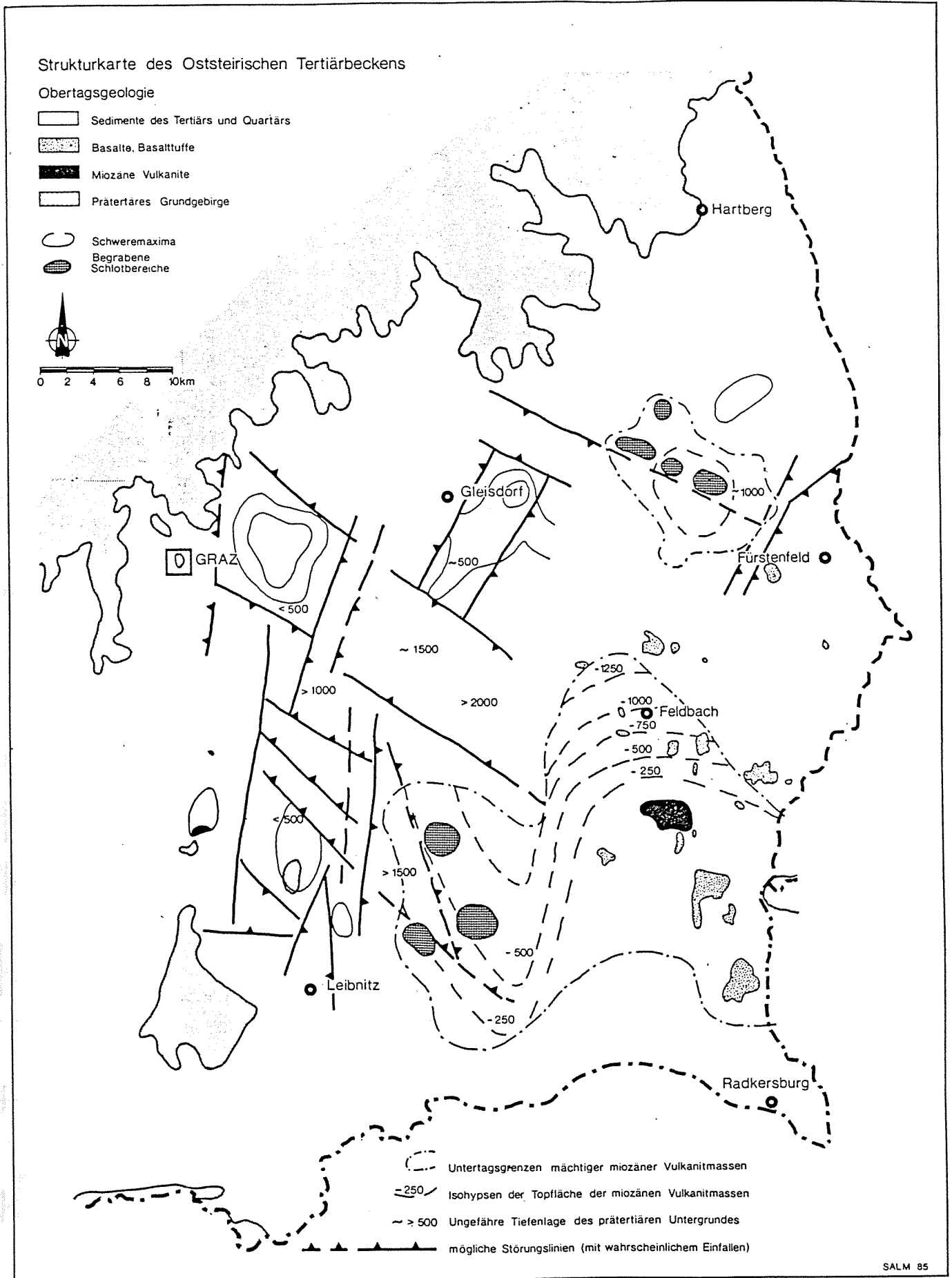


Abb. 57: Übersichtsstrukturkarte des Oststeirischen Tertiärbeckens
(aus EBNER et al. 1986).

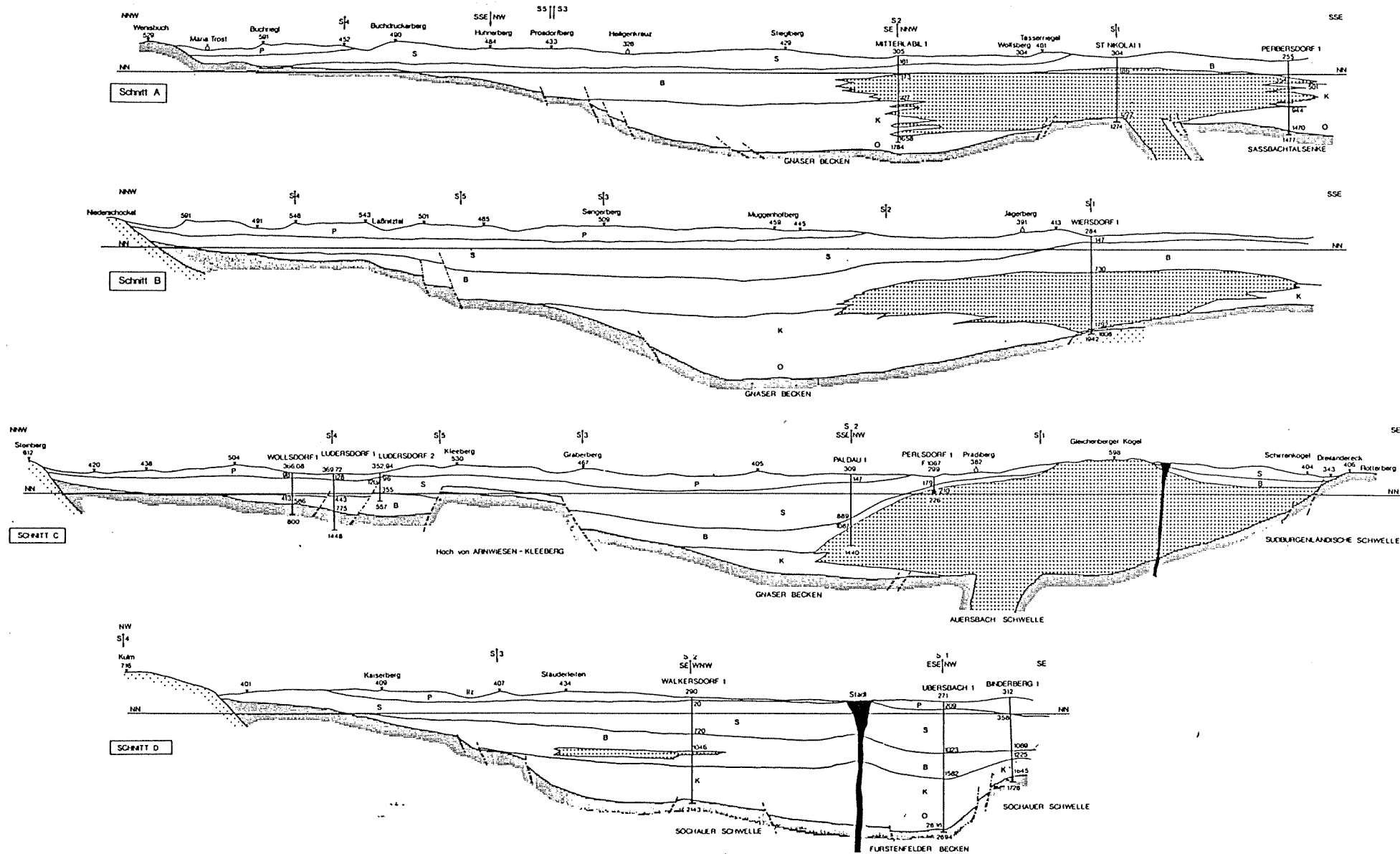


Abb. 58: Geologische Schnitte durch das Oststeirische Tertiärbecken mit Position der miozänen Vulkanitmasse. Lage und Legende siehe Abb. 60 (aus EBNER et al. 1986).

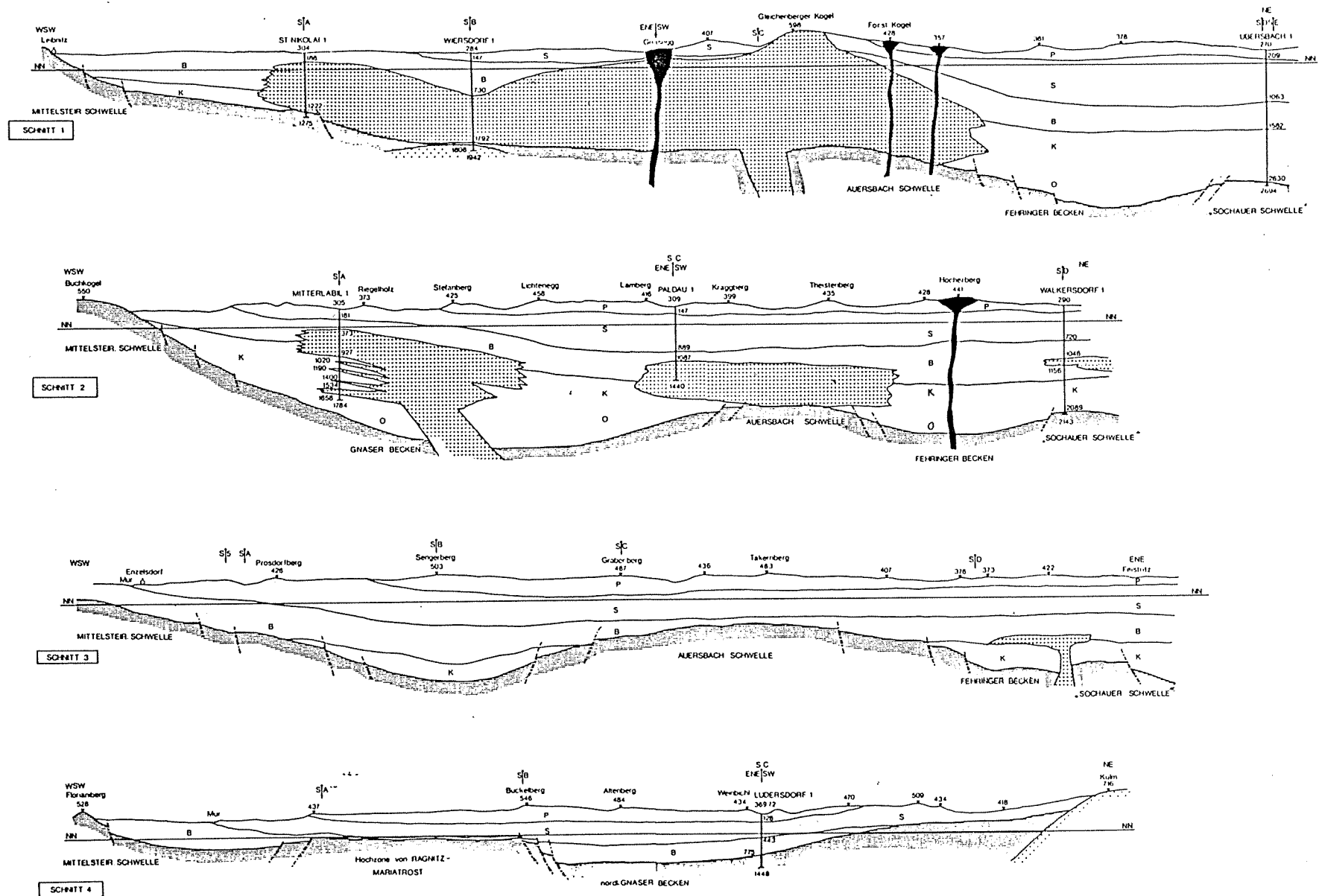
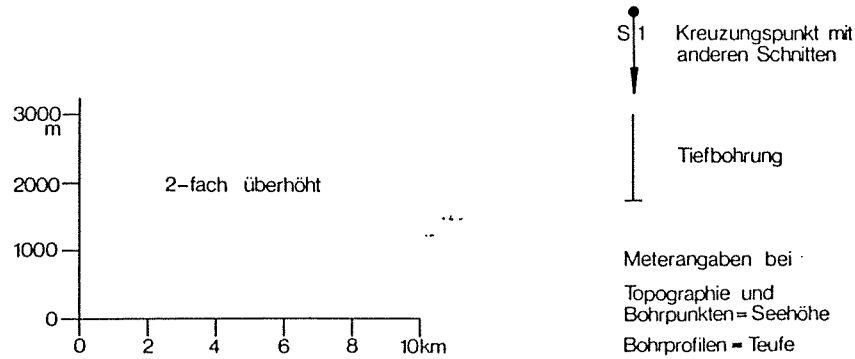
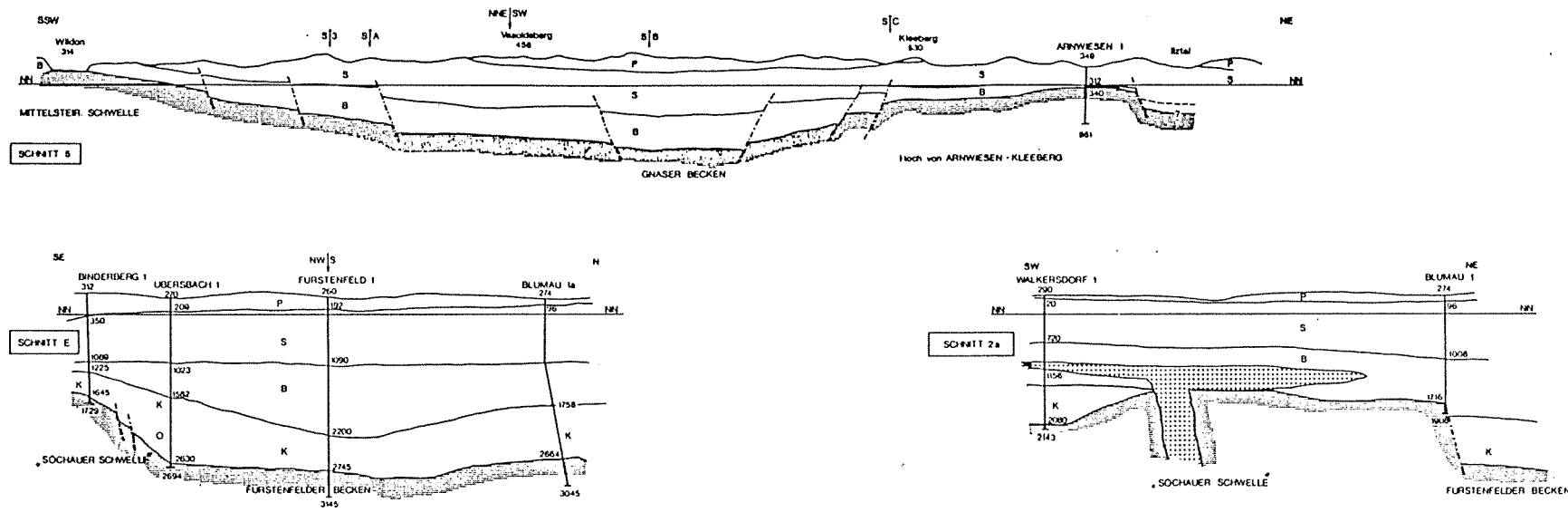


Abb. 59: Geologische Schnitte durch das Oststeirische Tertiärbecken mit Position der miozänen Vulkanitmasse. Lage und Legende siehe Abb. 60 (aus EBNER et al.1986).



Legende

- Quartär nicht berücksichtigt
- Basalte, Basalttuffe
- Pannon
- Sarmat
- Baden
- Miozäne Vulkanite (Karpat-Unterbaden)
- Karpat Otnang
- Paläozoikum
- Kristallin
- Brüche (meist hypothetisch)

Lage der Profile

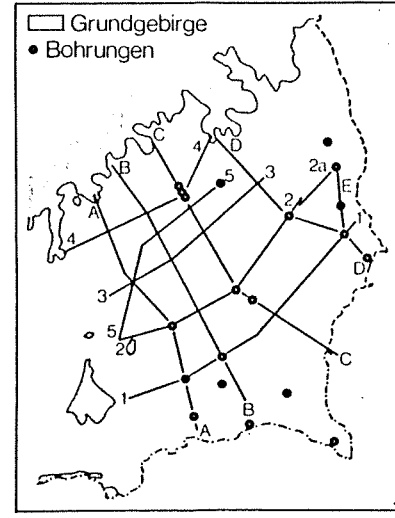


Abb. 60: Geologische Schnitte durch das Oststeirische Tertiärbecken mit Position der miozänen Vulkanitmasse (aus EBNER et al. 1986).

| Probe | Na% | K% | Fe% | Ti% | Sr | Mn | Co | Ni | Cu | Zn | V | Cr | Pb | ppm | Probe | Na% | K% | Fe% | Ti% | Sr | Mn | Co | Ni | Cu | Zn | V | Cr | Pb | ppm | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|-----|-----|----|----|----|----|-----|-----|----|-----|--|------|------|------|------|-----|------|----|----|----|-----|-----|-----|----|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 33 | 2.07 | 3.57 | 6.14 | 0.86 | 337 | 197 | 17 | 35 | 17 | 80 | 35 | 292 | 12 | | 54 | 1.67 | 3.07 | 3.45 | 0.55 | 327 | 1170 | 20 | 25 | 35 | 65 | 50 | 140 | 17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | 2.77 | 3.95 | 2.07 | 0.91 | 442 | 232 | 20 | 30 | 20 | 80 | 85 | 117 | 14 | | 55 | 1.62 | 2.95 | 1.77 | 0.51 | 332 | 535 | 12 | 17 | 32 | 47 | 40 | 80 | 12 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 41 | 2.40 | 4.15 | 2.14 | 0.93 | 420 | 107 | 10 | 27 | 25 | 50 | 95 | 122 | 14 | | 56 | 1.60 | 2.92 | 2.45 | 0.52 | 332 | 875 | 10 | 20 | 30 | 50 | 40 | 102 | 11 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 52 | 2.15 | 3.92 | 4.02 | 0.71 | 417 | 530 | 12 | 27 | 42 | 95 | 95 | 185 | 15 | | Rote, silifizierter Trachyandesitbreccien | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 53 | 2.25 | 3.80 | 3.89 | 0.73 | 422 | 675 | 20 | 25 | 52 | 82 | 125 | 192 | 18 | | 44 | 1.57 | 2.9 | 4.31 | 0.86 | 362 | 1922 | 17 | 32 | 35 | 95 | 45 | 275 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Graue, harte Trachyandesite | | | | | | | | | | | | | | | 45 | 1.52 | 2.15 | 4.81 | 0.95 | 405 | 2090 | 20 | 42 | 40 | 95 | 35 | 340 | 9 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | 0.10 | 2.27 | 0.67 | 1.14 | 672 | 20 | 10 | 7 | 17 | 27 | 165 | 67 | 12 | | Hellgraue, feinkörnige Breccie, Kom.: Graue Trachyand.Stücke | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 0.15 | 2.17 | 0.62 | 1.13 | 655 | 12 | 10 | 5 | 17 | 22 | 115 | 65 | 13 | | 46 | 1.87 | 3.27 | 4.69 | 0.73 | 397 | 3685 | 15 | 30 | 35 | 47 | 40 | 275 | 36 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 0.15 | 2.37 | 0.67 | 0.96 | 632 | 15 | 10 | - | 10 | 22 | 145 | 67 | 35 | | 47 | 2.00 | 3.75 | 4.16 | 0.80 | 397 | 782 | 15 | 30 | 47 | 57 | 55 | 250 | 20 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 0.15 | 2.25 | 0.62 | 1.04 | 690 | 20 | 12 | - | 12 | 25 | 150 | 62 | 58 | | 48 | 1.62 | 2.47 | 4.07 | 0.83 | 495 | 660 | 22 | 40 | 27 | 85 | 10 | 242 | 14 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 0.10 | 2.07 | 0.64 | 1.11 | 680 | 17 | 12 | 5 | 15 | 30 | 155 | 82 | 52 | | Tonig verkittete, graue Breccien | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | 0.15 | 1.47 | 0.16 | 1.60 | 322 | 10 | 10 | - | 7 | 17 | 80 | 45 | 67 | | 31 | 0.90 | 2.35 | 6.64 | 0.84 | 397 | 1880 | 20 | 30 | 50 | 92 | 200 | 322 | 21 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | 0.30 | 1.1 | 0.14 | 1.20 | 295 | 10 | 10 | - | 7 | 20 | 15 | 25 | 27 | | 32 | 0.90 | 2.32 | 7.31 | 0.83 | 282 | 965 | 42 | 57 | 40 | 117 | 60 | 362 | 22 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 0.10 | 0.82 | 0.16 | 1.42 | 265 | 20 | 15 | 5 | 7 | 15 | 35 | - | 33 | | 42 | 1.30 | 2.20 | 4.71 | 0.96 | 347 | 627 | 32 | 57 | 37 | 210 | 60 | 315 | 12 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | 0.25 | 1.37 | 0.12 | 1.31 | 315 | 7 | 10 | - | 5 | 12 | 10 | 27 | 27 | | 43 | 1.87 | 3.15 | 4.47 | 0.95 | 377 | 1850 | 20 | 32 | 22 | 95 | 80 | 190 | 9 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 0.30 | 1.22 | 0.16 | 1.27 | 340 | 7 | 12 | - | 5 | 12 | - | - | 24 | | Nahezu vollkommen in Tonminerale umgewandelte Breccien | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | 0.40 | 2.60 | 0.79 | 0.91 | 600 | 37 | 5 | 12 | 5 | 20 | 170 | 77 | 70 | | 34 | 0.67 | 2.72 | 5.75 | 0.89 | 495 | 1075 | 12 | 27 | 27 | 52 | 85 | 287 | 11 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | 0.50 | 2.32 | 0.61 | 0.83 | 595 | 35 | 5 | 7 | 7 | 22 | 170 | 85 | 49 | | Toniges Einbettungsmaterial zu Probe 33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | 0.32 | 2.35 | 1.09 | 0.86 | 507 | 55 | 5 | 5 | 10 | 17 | 150 | 77 | 40 | | 49 | 1.50 | 2.32 | 4.12 | 0.83 | 452 | 850 | 22 | 45 | 30 | 112 | 10 | 335 | 13 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37 | 0.05 | 0.07 | 0.14 | 1.43 | 75 | 7 | - | - | 7 | 17 | 35 | - | 10 | | Rotbraune Breccie, Komp.: Rote und graue Trachyand.Trümmer | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38 | 0.02 | 0.05 | 0.16 | 1.12 | 75 | 12 | - | - | 5 | 15 | 25 | - | 4 | | 35 | 1.27 | 3.60 | 1.78 | 1.01 | 547 | 1525 | 7 | 12 | 27 | 35 | 100 | 147 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 39 | 0.05 | 0.10 | 0.14 | 1.04 | 160 | 75 | 5 | 5 | 5 | 20 | 25 | - | 13 | | 36 | 0.27 | 1.42 | 2.46 | 0.79 | 442 | 260 | 10 | 22 | 22 | 30 | 165 | 130 | 14 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Helle, alunitisierte Trachyandesite | | | | | | | | | | | | | | | Rotbraune Breccien | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | 1.87 | 5.10 | 0.81 | 0.31 | 102 | 62 | 7 | 7 | 5 | 45 | - | - | 23 | | 28 | 0.30 | 0.70 | 0.41 | 1.29 | 172 | 40 | 5 | 5 | 5 | 17 | 70 | 35 | 64 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 51 | 1.85 | 4.95 | 1.40 | 0.28 | 112 | 60 | 7 | 7 | 7 | 35 | - | - | 12 | | 30 | 0.47 | 3.87 | 0.89 | 0.85 | 440 | 32 | 7 | 5 | 10 | 17 | 115 | 100 | 11 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Liparit | | | | | | | | | | | | | | | Graubraune Breccie mit porenreichen Schlackenpartien | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | 0.22 | 1.55 | 5.66 | 0.99 | 627 | 30 | 15 | 12 | 7 | 22 | 90 | 287 | 90 | | 57 | 0.11 | 0.17 | 13.1 | 0.36 | 130 | 4225 | 15 | 40 | 17 | 192 | 175 | 507 | 28 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | 0.07 | 1.30 | 6.63 | 0.94 | 807 | 80 | 15 | 12 | 7 | 20 | 150 | 345 | 23 | | Fe-Montmorillonitkrusten und "Wad" auf Breccie a.d.Klause | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | 0.12 | 1.35 | 6.87 | 0.82 | 740 | 80 | - | 12 | 5 | 22 | 175 | 372 | 80 | | 59 | 0.03 | 0.14 | 6.15 | 0.29 | 22 | 35 | 20 | 38 | 32 | 72 | 75 | 242 | 59 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | 0.15 | 1.45 | 6.76 | 0.83 | 707 | 85 | - | 12 | 5 | 20 | 175 | 375 | 49 | | Montmorillonit aus Klüften im Liparit (Schaufelgraben) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | 0.15 | 1.67 | 8.04 | 1.07 | 800 | 35 | - | 15 | 7 | 25 | 195 | 452 | 87 | | 61 | 0.07 | 0.24 | 4.50 | 0.39 | 215 | 297 | 23 | 52 | 53 | 62 | 150 | 230 | 11 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rot-violetter, silifizierter Trachyandesit | | | | | | | | | | | | | | | Montmorillonit aus der Störungszone (Abb.12) in Gossendorf | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0.10 | 0.10 | 0.03 | 0.36 | 5 | 2.5 | - | 5 | 5 | 17 | - | - | 26 | | 62 | 0.04 | 0.10 | 5.02 | 0.42 | 100 | 50 | 30 | 52 | 48 | 42 | 125 | 230 | 32 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 0.02 | 0.02 | 0.03 | 0.39 | - | 2.5 | - | - | - | 7 | - | - | 31 | | Blaues Material aus Gossendorf | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.19 | - | 2.5 | 5 | 5 | 5 | 12 | - | - | 23 | | 58 | 0.10 | 0.42 | 0.56 | 0.12 | 12 | 47 | 7 | 12 | 12 | 30 | - | 30 | 23 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 0.02 | 0.02 | 0.05 | 0.30 | - | 5 | 5 | - | 5 | 10 | - | - | 60 | | Tuff(Montmorin)knolle aus dem Liparit im Schaufelgraben | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.52 | 5 | 2.5 | 5 | - | 5 | 10 | - | - | 69 | | 60 | 0.30 | 0.42 | 6.15 | 0.46 | 277 | 500 | 7 | 27 | 40 | 62 | 100 | 240 | 18 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hellgrauer, weißer Trachyandesit(opalisiert) | | | | | | | | | | | | | | | Verwitterter Trachyt vom Südhang des Bscheidkogels | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 0.07 | 0.10 | 3.45 | 0.84 | 22 | 67 | 7 | 12 | 45 | 32 | 170 | 150 | 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 0.05 | 0.07 | 1.00 | 0.68 | 25 | 30 | 5 | 5 | 12 | 22 | 30 | 42 | 35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 0.02 | 0.07 | 2.93 | 0.67 | 20 | 47 | 7 | 10 | 42 | 25 | 75 | 102 | 52 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 0.10 | 0.17 | 0.68 | 0.93 | 42 | 20 | 5 | 5 | 15 | 20 | 30 | - | 74 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | -- | 0.05 | 1.01 | 0.62 | 15 | 22 | 7 | 7 | 15 | 17 | 45 | 32 | 33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hellbraun, opalisierter Trachyandesit | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tab. 15: Gehalte der analysierten Spurenelemente in den analysierten Spurenelementen in den untersuchten Proben.

| Probe | Au - Gehalt in ppb |
|---|--------------------|
| 33 | 0.30 |
| 40 | 0.15 |
| 52 | 0.50 |
| Graue, harte Trachyandesite | |
| 11 | 0.20. |
| 12 | 0.30 |
| 16 | 0.20 |
| 17 | 0.95 |
| 26 | 0.65 |
| 27 | 1.35 |
| 29 | 0.15 |
| 37 | --- |
| 38 | 0.15 |
| 39 | 0.45 |
| Helle, alunitisierte Trachyandesite | |
| 50 | 0.85 |
| Liparit (Quarztrachyt) | |
| 21 | 0.30 |
| 22 | --- |
| Rot-violetter Trachyandesit | |
| 1 | 0.60 |
| 2 | 2.15 |
| 3 | 0.15 |
| Hellgrauer, weißer Trachyandesit (opalisiert) | |
| 6 | --- |
| 7 | --- |
| 8 | --- |
| Hellbrauner, opalisierter Trachyandesit | |
| 54 | --- |
| 56 | --- |
| Rote, silifizierte Trachyandesitbreccien | |
| 44 | --- |
| 45 | --- |
| Hellgraue, feinkörnige Breccie, Komp.: Grauer Trachyand. | |
| 47 | --- |
| Tonig verkittete, graue Breccie | |
| 31 | 0.10 |
| 32 | --- |
| 42 | 0.60 |
| 43 | 0.10 |
| Nahezu vollkommen in Tonminerale umgewandelte Breccien | |
| 34 | 0.15 |
| Toniges Einbettungsmaterial zu Probe 33 | |
| 49 | 0.15 |
| Rotbraune Breccie, Komp.: Rote u. graue Trachyand.Trümmer | |
| 35 | 0.35 |
| 36 | 0.90 |
| Rotbraune Breccien | |
| 30 | 1.25 |
| Graubraune Breccie mit porenreichen Schlackenpartien | |

Tab. 16: Goldgehalte in den untersuchten Proben.

7. Literatur

- ADAM O. et al.: Földtani Alapszelvények geofizikai vizsgálatára. - Ann.Rep.Eötvös Loránd Geophys.Inst.,1983,37-44, Budapest 1984.
- ANGEL, F.: Die Entstehung des "Österreichischen Traß" = Gossendorfit und seine Stellung im Gleichenberger Vulkanismus. - Mitt. Bl. Abt. Miner. Landesmus. Joanneum, 1954/1, 9-11, Graz 1954.
- BLEAHU, M., BOCCALETTI, M. et al.: Neogen Carpathian Arc: A Continental Arc Displaying the Features of an "Island Arc". - J. geophys. Res., 78, 5025-5032, 2 Abb., 2 Tab., Washington 1973.
- BLÜMEL, O. W.: Traß aus Gossendorf und Kalkhydrat. - Mitt. Bl. Abt. Miner. Landesmus. Joanneum, 1962/1, 1-6, 6 Abb., Graz 1962.
- EBNER, F., ERHARD-SCHIPPEK, F. & WALACH, G.: Erdgasspeicher Oststeiermark - Geologische Gebietsauswahl. - Arch. Lagerst.forsch. Geol.B.-A., 7, 5-17, 7 Abb., Wien 1986.
- FLÜGEL, H. W.: Geologische Karte des prätertiären Untergrundes. - In: A. KRÖLL et al.: Erläuterungen zu den Karten über den prätertiären Untergrund des steirischen Beckens und der Südburgenländischen Schwelle, S. 21-43, Wien (Geol. B.A.) 1988.
- FLÜGEL, H., HERITSCH, H., HÖLLER, H. & KOLLMANN, K.: Exkursionen III/7: Grazer Bergland, Oststeirisches Tertiär- und Vulkangebiet. - Mitt. Geol. Ges. Wien, 57, 353-377, Wien 1964.
- FLÜGEL, H. W. & HERITSCH, H.: Das steirische Tertiärbecken.- Sammlung geol. Führer, 47, 196 S., Berlin 1968.
- FLÜGEL, H. W. & NEUBAUER, F. R.: Steiermark. - Geologie der österreichischen Bundesländer in kurzgefaßten Einzeldarstellungen, 126 S., 26 Abb., 1 Karte, Wien (Geol. B.-A.) 1984.

- FRIEDRICH, G., KROSS, G. & WIECHOWSKI, A.: Goldmineralisation in Rodalquilar, Spanien.-Geol.Jb., A 75, 345-359, 3 Abb., 4 Tab., Hannover 1984.
- FRISCH, W. & LOESCHKE, J.: Plattentektonik. - Erträge der Forschung, 190 S., Darmstadt (Wiss. Buchgesellschaft) 1986.
- HART, S. R., ERLANK, A. J. & KABLE, E.J.D.: Sea floor basalt alteration: Some chemical and Sr isotopic effects. - Contr. Mineral. Petrol., 44, 219-230, 1974.
- HATHERTON, T. & DICKINSON, W.: The relationship between andesitic volcanism and seismicity in Indonesia, the Lesser Antilles, and other island arcs. - J. geophys. Res., 74, 5301-5310, Washington 1969.
- HAUSER, A.: Ein Vorkommen von Biotitandesit in Retznei bei Ehrenhausen. - Tscherm. min.-petr. Mitt., 2, 157-165, 1 Abb., Wien 1951.
- HAUSER, A. & KAPOUNEK, J.: Das Vulkangebiet Mureck-Retznei (Stmk.). - Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., 83, 64-68, Graz 1953.
- HERITSCH, H.: Über das vulkanische Gestein von Wundschuh, südlich von Graz. - Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., 1964, 246-247, Wien 1964 (1964a).
- HERITSCH, H.: Vorläufige Mitteilung über Untersuchungen an Vulkaniten aus den neuen Tiefbohrungen von Mitterlabill und Walkersdorf, Steiermark. - Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., 1964, 409-411, Wien 1964 (1964b).
- HERITSCH, H.: Das oststeirische Vulkangebiet. - Fortschr.Min., 42, 165-169, Stuttgart 1965 (1965a).
- HERITSCH, H.: Mitteilungen über den Fortschritt von Untersuchungen an Vulkaniten aus den Tiefbohrungen von Mitterlabill und Paldau, Steiermark. - Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., 1965, 316-320, Wien 1965 (1965b).

- HERITSCH, H.: Ein Dazit aus der Tiefbohrung von Mitterlabill östlich von Wildon, Steiermark. - mitt. Naturw. Ver. Stmk., 96, 43-39, Graz 1966 (1966a).
- HERITSCH, H.: Ein Latit aus der Tiefbohrung von Paldau, westlich von Feldbach, Steiermark. - Mitt. Naturw. Ver. Stmk., 96, 50-58, Graz 1966 (1966b).
- HERITSCH, H.: Das vulkanische Gestein aus der Bohrung bei Wundschuh, südlich von Graz. - Mitt. Naturw. Ver. Stmk., 96, 59-68, Graz 1966 (1966c).
- HERITSCH, H.: Über die Magmenentfaltung des Steirischen Vulkanbogens. - Contr. Min. Petr., 15, 330-344, Heidelberg 1967 (1967a).
- HERITSCH, H.: Eine weitere chemische Untersuchung an dem Latit der Tiefbohrung von Walkersdorf, südlich Ilz, Steiermark. - Mitt. Naturw. Ver. Stmk., 97, 11-13, Graz 1967 (1967b).
- HERITSCH, H.: Eine weitere chemische Untersuchung an dem Quarz-Latit der Tiefbohrung Mitterlabill, östlich Wildon, Steiermark. - Mitt. Naturw. Ver. Stmk., 97, 14-16, Graz 1967 (1967c).
- HERITSCH, H.: Untersuchungen an dem vulkanischen Gestein der Bohrung Ponigl bei Weitendorf, südlich von Graz. - Min. Mitt. Joanneum, 42, 259-268, Graz 1975 (1975a).
- HERITSCH, H.: Dawsonit $\text{NaAl}(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$ als tiefhydrothermales Umwandlungsprodukt einer Ergußgesteinsbreccie aus einer Tiefbohrung in der Oststeiermark (Österreich). - N. Jb. Min. Mh., 1975, 360-368, Graz 1975 (1975b).
- HERITSCH, H.: Ferrimontmorillonit als hydrothermales Zersetzungsprodukt im Latit (Trachyandesit) der Gleichenberger Klause, Steiermark. - Mitt. Naturw. Ver. Stmk., 106, 31-33, Graz 1976.
- HERITSCH, H.: Vulkanite aus den Tiefbohrungen von St. Nikolai, Wiersdorf und St. Peter, Oststeiermark. - mitt. Naturw. Ver. Stmk., 109, 25-32, Graz 1979.

- HERITSCH, H.: Die Latite aus der Tiefbohrung in Bad Gleichenberg, Steiermark. - Mitt. Naturw. Ver. Stmk., 112, 27-47, Graz 1982.
- HERITSCH, H., BORSCHUTZKY, J. & SCHUCHLENZ, H.: Zwei vulkanische Gesteine aus den Tiefbohrungen von Mitterlabill, östlich Wildon und von Walkersdorf, südlich Ilz (Steiermark). - Mitt. Naturw. Ver. Stmk., 95, 104-114, Graz 1965.
- HÖLLER, H.: Über Zeolithbildung in zersetzten vulkanischen Gesteinen und Tuffen der Steiermark.- Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., 1965, 320-323, Wien 1965 (1965a).
- HÖLLER, H.: Vorbericht über experimentelle Studien an Gesteinen im Temperaturbereich bis 180° C. - Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., 1965, 199-201, Wien 1965 (1965b).
- HÖLLER, H.: Experimentelle Bildung von Alunit-Jarosit durch Einwirkung von Schwefelsäure auf Mineralien und Gesteine - V. Zur Alunitisierung der Trachyandesitischen Gesteine im Gleichenberger Vulkangebiet. - Contr. Min. Petrol., 15, 309-329, Heidelberg 1967.
- HÖLLER, H. & KLAMMER, D.: "Österreichischer Trass" von Gossendorf bei Gleichenberg, Oststeiermark. - Unveröff. Ber. Landesmus. Joanneum, 4 S., Graz.
- HÖLLER, H., KLAMMER, D. & WIRSCHING, U.: "Österreichischer Trass" von Gossendorf bei Gleichenberg; Oststeiermark. - Unveröff. Ber. Landesmus. Joanneum, 24 S., Graz.
- KLAMMER, D.: Umwandlungsprodukte aus dem Latit von Gleichenberg, Steiermark. - Am Beispiel Tagbau Gossendorf. - Unveröff. Diss. Univ. Graz, 168 S., Graz 1983.
- KOLLMANN, K.: Jungtertiär im Steirischen Becken. - Mitt. Geol. Ges. Wien, 57, 479-632, 2 Abb., 6 Taf., Wien 1965.
- KOLMER, H.: Geochemische Untersuchung trachytischer und trachyandesitischer Gesteine von Gleichenberg. - Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., 1974, 160-164, Wien 1974 (1974a).

KOLMER, H.: Geochemische Untersuchungen zur Entstehung des österreichischen Traß. - Fortschr. Miner., 52, 35-37, Stuttgart 1974 (1974b).

KOLMER, H.: Zum Einfluß postvulkanischer Aktivität auf den Spurenelementgehalt vulkanischer Gesteine: Am Beispiel der trachtischen Gesteine von Gleichenberg, Steiermark. - T. Min. Petr. Mitt., 21, 85-93, Wien 1974.

KOLMER, H.: Geochemical aspects of genesis of caolinite-alunite and silica minerals in the vicinity of the trass-deposit near Gleichenberg, Styria. - Min. Deposita, 10, 249-253, Berlin 1975.

KOLMER, H.: Das Rb/Sr-Alter oststeirischer Vulkanite. - Mitt. Naturw. Ver. Stmk., 110, 23-26, Graz 1980a.

KOPETZKY, G.: Die Bentonitlagerstätte von Gossendorf (Steiermark). - Mitt. Bl. Abt. Miner. Landesmus. Joanneum, 1961/2, 46-53, 7 Abb., Graz 1961.

KOPETZKY, G.: Über die Ursachen der Hangbewegung bei km 33,6 der Gleichenberger Bundesstraße Nr. 66 und die Möglichkeit ihrer Beruhigung.- Berg- u. Hütterm. Mh., 116, 54-60, Wien 1971.

KROSS, G.: Die Exploration der Goldlagerstätte Rodalquilar, SE-Spanien. - In: Edelmetalle - Exploration und Gewinnung, S. 117-124, Weinheim (VCH) 1986.

KURAT, G., PALME, H., SPETTEL, B., BADDENHAUSEN, H., HOFMEISTER, H., PALME, Ch., & WÄNKE, H.: Geochemistry of Ultramafic Xenoliths from Kapfenstein, Austria: Evidence for a Variety of Upper Mantle Processes. - Geochim. Cosmochim. Acta, 44, 45-60, 1980.

LEXNER, J. & KONECNY, V.: The Carpathian Volcanic Area: A Discussion. - Acta Geol. Acad. Sci. Hung., 18, 279-293, 7 Abb., Budapest 1974.

LIPPOLT, J., BARANYI, I. & TODT, W.: Das Kalium-Argon-Alter des Basaltes vom Lavant-Tal in Kärnten. - Der Aufschluß, 26, 238-252, Heidelberg 1976.

PETRASCHECK, W. E. & POHL, W.: Lagerstättenlehre.-341 S., 3. Aufl., Stuttgart (Schweizerbart) 1982.

- POULTIDIS, Ch.: Petrologie und Geochemie basaltischer Gesteine des steirischen Vulkanbogens in der Steiermark und im Burgenland. - Unveröff. Diss. Univ. Wien, Wien 1981.
- POSTL; W.: Kolbeckit, ein seltenes wasserhaltiges Scandiumphosphat aus dem Steinbruch Klause bei Gleichenberg, Steiermark. - Mitt. Bl. Abt. Miner. Landesmus. Joanneum, 49, 23-29, Graz 1981.
- RANDULESCU, D.P. & SANDULESCU, M.: The Plate-Tectonics Concept and the Geological Structure of the Carpathians. - Tectonophysics, 16, 155-161, Amsterdam 1973.
- SCHARBERT, H.G., POULTIDIS Ch., HÖLLER, H., KOLMER, H. & WARSCHING, U.: Vulkanite im Raum Burgenland-Oststeiermark.- Fortschr. Miner., 59, Beiheft w, 69-88, Stuttgart 1981.
- SCHOCKLITSCH, K.: Der Quarztrachyt vom Schaufelgraben bei Gleichenberg (Stmk.). - N. Jb. Geol. Min. etc. Abt. A Beil. Bd., 69:276-295, 6 Abb., 2 Tab., 1 Taf., Stuttgart 1935.
- STEININGER, F. & BAGDASARJAN, G. P.: Neue radiometrische Alter mittelmiozäner Vulkanite der Steiermark (Österreich), ihre biostratigraphische Korrelation und ihre mögliche Stellung innerhalb der paläomagnetischen Zeitskala. - Verh. Geol. B.-A., 1977, 85-99, Wien 1977.
- TOLLMANN, A.: Plattentektonische Fragen in den Ostalpen und der plattentektonische Mechanismus des mediterranen Orogens. - Mitt. österr. geol. Ges., 69, 291-351, 11 Abb., Wien 1978.
- TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich. - Bd. II, 710 S., Wien (Deuticke 1985).
- TRUNKO, L.: Geologie von Ungarn. - Beitr. Regionale Geologie der Erde. - Bd. 8, 257 S., Stuttgart (Borntraeger) 1969.
- WINKLER, A.: Das Eruptivgebiet von Gleichenberg in Oststeiermark. - Jb. k.k. geol. Reichsanst., 63, 403-502, 6 Taf., Wien 1913.

WINKLER, A.: Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte Bl. Gleichenberg. - 164 S., Wien (Geol. B.A.) 1927.

WINKLER-HERMADEN, A.: Ergebnisse und Probleme der quartären Entwicklungsgeschichte am östlichen Alpensaum außerhalb der Vereisung. - Denkschr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., 110, 180 S., 26 Abb., 1 Taf., Wien 1955.