

Zusammenfassung

Andesitoide treten im Nordwestsächsischen Vulkanitkomplex in räumlich getrennten Eruptionen auf: Im Altenburg-Regiser Vulkankomplex, in den Gersdorfer, Zschaitzer und Oschatzer Eruptionen, in der Nordrand-Eruptionenzone und in isolierten kleinen Vorkommen. Lithostratigraphisch treten sie vor jeder rhyolithoiden Ignimbritförderperiode und als finale Restdifferenziate auf. Die älteren Andesitoide sind auf den Südteil, die jüngeren auf den Nordteil des Komplexes beschränkt. Petrologische Untersuchungen ergaben, daß alle Andesitoide einem anatektischen, sialisch-paligenen Magma entstammen, sie sich von undifferenzierten sauren bis intermediären Laven zu final differenzierten intermediär bis basischen entwickeln, anfangs einer „nassen“ vulkanischen Fazies, am Ende einer „trockenen“ entstammen, und die Massenbeteiligung am Gesamtvulkanismus zunehmend reduziert wird.

Summary

Some aspects concerning the petrology and volcanology of andesitoidal volcanic rocks in North-West-Saxonia

In the North-West-Saxonian volcanic complex, andesitoidal rocks occur in spatially separate eruption zones: in the Altenburg-Regis volcanic complex, in the eruption zones of Gersdorf, Zschaitz and Oschatz, in the northern marginal eruption zone, and in isolated small deposits. Lithostratigraphically they occur before each rhyolithoidal ignimbrite rise period and as final residual differentiates. The older andesitoidal rocks are limited to the southern part, and the younger to the northern part of the complex. Results of petrologic studies showed that all andesitoidal volcanic rocks originate from anatectic, sialic-paligen magma, that they all undergo a change from undifferentiated acid to intermediate lavas to final differentiated intermediate to basic lavas, that they originate at the beginning from a „wet“ volcanic facies and at the end from a „dry“ one, and that the mass participation in the overall volcanism is increasingly reduced.

Beitrag zur Petrologie und Vulkanologie der andesitoiden Vulkanite Nordwestsachsens¹

*Mit 13 Abbildungen, 2 Photos und
1 Tabelle im Text*

Autor:

Dr. WALTER GLÄSSER
Rat des Bezirkes Leipzig
Abteilung Geologie
7030 Leipzig
Karl Liebnecht-Straße 145

¹ Auszug aus einer von der Fakultät für Naturwissenschaften des Wissenschaftlichen Rates der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg genehmigten Dissertation, Referent Prof. em. Dr. R. HOHL.

Hall. Jb. f. Geowiss. Bd. 8
Seite 1...30
VEB H. Haack Gotha 1983

Резюме

Вклад в петрологию и вулканологию андезитовидных вулканических пород северо-западной Саксонии

Андезитовиды встречаются в северо-западном комплексе вулканических пород в пространственно отделённых зонах извержения: в Альтенбург-Регизском комплексе вулканических пород, в зонах извержений Герсдорфа, Цшайтца и Ошатца, в зоне извержения северной окраины и в изолированных малых месторождениях. Литостратиграфически они встречаются перед каждым риолитоидным игнимбитным периодом и как финальные остаточные дифференциаты. Более древние андезитовиды ограничены южной частью, более поздние — северной частью комплекса. Петрологические исследования показали, что все андезитовиды происходят из анатектической, сиалически-падингенной магмы, которые развиваются от не дифференцированных кислых до промежуточных лав к финально дифференцированным промежуточным до базисных. Вначале они происходят из „мокрой“ вулканической фации, в конце — из „сухой“. Участие масс в общем вулканизме всё сильнее понижается.

Die Andesitoide sind Teil der Vulkanite des Nordwestsächsischen Vulkanitkomplexes und gehören dem subsequenten Vulkanismus der Molasseetappe des varistischen Tektogens an. Die Untersuchungen (1970...1976) an diesen Gesteinen reißen sich in die kontinuierlich durchgeführte Erforschung dieses Vulkanitkomplexes ein, die — angeregt von Herrn Prof. Dr. R. HOHL — vom ehemaligen Geologisch-Paläontologischen Institut der Martin-Luther-Universität Halle, durchgeführt wurde (WILSDORF 1963, RÖLLIG 1965, 1969, 1976, ANEGG 1967, 1970, SCHUBERT 1967, EIGENFELD 1968, 1978, FISCHER 1968, KUHN 1968, REIMANN 1968). Außerdem trugen Veröffentlichungen von SÄRCHINGER und WASTERNAK (1964), EISSMANN (1967, 1970) sowie die Hochschularbeiten der Bergakademie Freiberg von LEMCKE (1957) und ZIEBELL (1974) wesentlich zur Erweiterung des Kenntnisstandes über den Nordwestsächsischen Vulkanitkomplex bei. Aufgrund der ungünstigen Aufschlußverhältnisse und meist enormen Bedeckung durch jüngere Vulkanite sowie meso- und känozoische Sedimentite wurden die andesitoiden Gesteine am meisten vernachlässigt. Noch PIETZSCH (1963) stellte die als „Porphyrite“ und „Melaphyre“ bezeichneten Vulkanite ausnahmslos an die Basis der vulkanischen Tätigkeit und ließ sie nur randlich des Komplexes austreichen. Doch bereits SÄRCHINGER und WASTERNAK (1964) und RÖLLIG (1965, 1969) erkannten, daß es Andesitoide geben mußte, die jünger als die rhyolithoiden Vulkanite waren. Neuere Erkenntnisse aus Bohrungen unterschiedlicher Zielstellung, Geländebeobachtungen und Xenolithanalysen zeigen nun, daß die Andesitoide sowohl auf einzelne Ausbruchszonen beschränkt sind, als auch zeitlich völlig unterschiedlich auftreten können. Anhand der lithostratigraphisch wesentlichen drei Ignimbitförderphasen (EIGENFELD 1978) wird im folgenden versucht, die Stellung der Andesitoide und ihre Entwicklung im Nordwestsächsischen Vulkanitkomplex zu charakterisieren.

1. Andesitoide der ersten Förderphase

1.1.

Regionale Verbreitung und lithostratigraphische Stellung

Nach bisheriger Kenntnis konzentrieren sich die Andesitoide der ersten Förderphase auf den Südteil des Nordwestsächsischen Vulkanitkomplexes. Es fällt auf, daß die Andesitoide wahrscheinlich an nahezu parallel verlaufende, erzgebirgisch orientierte Bruchzonen gebunden sind, die zu Beginn der postorogenen Molasseetappe durch horizontale Krustenentlastung aufreißen konnten. Die südliche Bruchzone verläuft am Nordrand des Granulitmassives etwa von Schmölln über Altenburg, Rochlitz, Gersdorf nach Zschaitz bei Döbeln, die nördliche etwa von Mumsdorf über Beucha-Steinbach, Grimma, Wernsdorf nach Oschatz.

Im Oschatzer Gebiet kann eine deutliche Komplizierung der Bruchverhältnisse beobachtet werden. Sie wird als Umbiegungs- und gleichzeitig Aufspaltungszone der von Osten übergreifenden Lausitzer Überschiebung angesehen. Beide Bruchzonen haben großtektonisch Antiklinalflankenpositionen.

Im Südwesten des Nordwestsächsischen Vulkanitkomplexes breitet sich zwischen den beiden Störungszonen das größte Andesitoidvorkommen, der Altenburg-Regiser Vulkankomplex, aus. Er erstreckt sich etwa von Lehdorf bei Altenburg im Süden über Lucka bis Lippendorf im Nordwesten, ist im Nordosten bei Beucha-Steinbach aufgeschlossen und erstreckt sich über Bad Lausick bis Kohren-Sahlis im Südosten. Das Gesamtareal umfaßt rund 390 km². Aus den wenigen Aufschlüssen, die bisher die gesamte Andesitoidfolge durchteuften (Bohrung Borna 1/56, MEYER in ENGERT 1957 und Bohrung Altenburg IX, DAMMER 1906), kann eine Lava – Tuff – Förderung abgeleitet werden. Ingnimbrite wurden bisher nicht nachgewiesen. Der Ausbruchmechanismus, der nach RITTMANN (1960) durch den Explosionsindex (E) charakterisiert werden kann, erbrachte für das Bornaer Gebiet E = 37 und das Gebiet nördlich Altenburgs E = 34...51. Da-

mit liegt nach RITTMANN (1960) ein „intermediärer (normaler), gemischter Vulkanbau“ vor. Berücksichtigt man die phänomenologischen Beobachtungen, so scheint die Entwicklung von einem Zentralvulkan zwischen Regis und Altenburg ausgegangen zu sein. An der Basis treten alloklastische vulkanogene Fein- bis Grobschuttbrekzien mit einem dominierenden Bestand aus anchi- bis epimetamorphen Sedimentiten auf, die nur durch initiale Schlotdurchbrüche zu erklären sind. Die spätere Vulkanentwicklung scheint zur Calderabildung mit Terminalausbruchszonen fortgeschritten zu sein.

Eine Reihe Hinweise, wie beispielsweise intensive hydrothermale Beeinflussung des Andesitoids, Schlotbrekzien, steile Fluidaltexturen u. ä., deuten parasitäre Ausbruchszonen bei Altenburg-Rasephas, in Gnanstein, bei Beucha-Steinbach und bei Groitzsch an.

Am Südrande des Leisniger Vulkankomplexes können zwischen Wendishain im Osten über Gersdorf nach Kieselbach im Westen – durch Erosion zweigeteilt – Andesitoide beobachtet werden. Diese als Gersdorfer Eruptionszone bezeichneten Vorkommen, wurden bisher durch Bohrungen nicht durchteuft, so daß über den Ausbruchmechanismus nur wenig bekannt ist. Südwestlich des „Nachtgrundes“ bei Wendishain tritt diskordant über ordovizischen epimetamorph überprägten Tonschiefern des Schiefermantels des Granulitmassivs eine rhythmische Basistufffolge auf. Die Einzelrhythmen setzen sich jeweils aus alloklastisch-vulkanogenen Fein- bis Mittelschuttbrekzien, die sich über Kristall- und Staubtuffe nach oben verfeinern, zusammen. Überlagert wird der als Basistuff gedeutete Pyroklastit von einem Andesitoiderguß.

In einem alten Steinbruch in Gersdorf deutet die steilstehende, umbiegende Fluidaltextur, dem ein ss-paralleles Kluftgefüge folgt, auf einen randlich angeschnittenen Vulkanschlot hin (Abbildung 1). Die Gersdorfer Eruptionszone ist – ebenso wie die Zschaitzer Eruptionszone – an das südliche, erzgebirgisch gerichtete Bruchsystem gebunden.

Die Zschaitzer Eruptionszone ist das südöstlichste Andesitoidvorkommen des Nordwestsächsischen Vulkanitkomplexes und kann im Gelände zwischen den Orten Zschaitz und Zschochau, nördlich von Döbeln, beobachtet

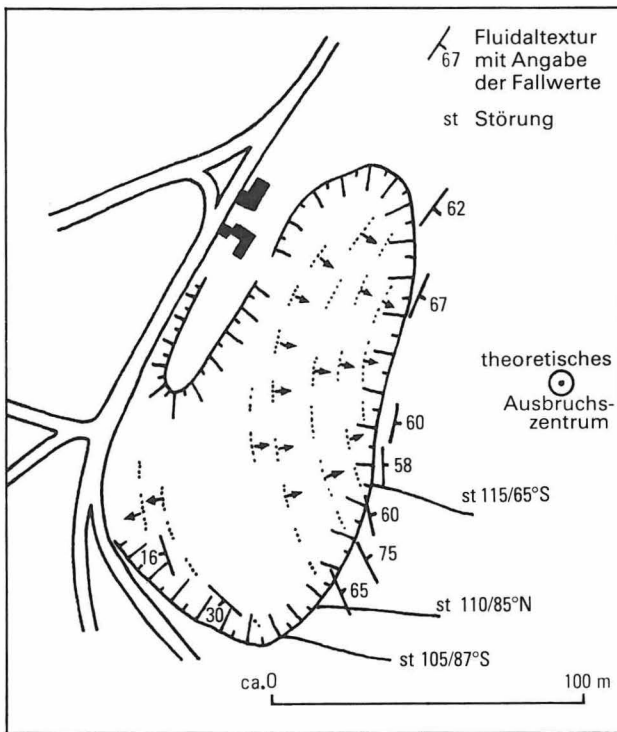


Abbildung 1
Alter Steinbruch Gersdorf bei Leisnig
(unmaßstäbliche Lageskizze)

werden. Die Verknüpfung von Laven und Tuffen (Zschochau) läßt ebenfalls auf eine gemischte Vulkantätigkeit schließen. Auch die Zschaitzer Andesitoide lagern diskordant ordovizischen Phylliten auf.

Etwa zwischen Oschatz und Mahlis deutet sich, gestützt durch die Ergebnisse von EIGENFELD (1978) und ZIEBEL (1974), eine Caldera-Bildung an. Diese Oschatzer Eruptionszone ist an die nördliche Bruchzone im Bereich des Nordsächsischen Synklinoriums gebunden. In diesem Gebiet scheint eines der ältesten Gesteine ein Andesitoid zu sein, der östlich von Mahlis ansteht und vor allem durch Bohrungen des VEB Geophysik Leipzig (SÄRCHINGER und WASTERNAK 1964) detaillierter bekannt wurde. Er wird als Andesitoid Typ Oschatz 1 bezeichnet. Seine Verbreitung ist unbekannt, da ihn jüngere Andesitoide und vor allem Rhyolitoide zum größten Teil überdecken.

Lithostratigraphisch dürfte sicher sein, daß diese Andesitoide der ersten Förderphase älter als die 1. Ignimbrit-Serie, der „Rochlitzer Porphy“ (LEMCKE 1957), und älter als der „Leisniger Porphy“ sind.

1.2.

Petrographische Ausbildung

Die Lavenausbildung der ersten Andesitoid-Förderphase ist sehr vielfältig. Grundsätzlich handelt es sich bei den Andesitoiden um semikristallin-hial strukturierte Vulkanite. Die Grundmasse erscheint megaskopisch rotbraun, dunkelgrauviolett oder hellrosagrau und liegt somit in Oxi-I-Fazies (SZADECZKY-KARDOSS 1959) vor.

Deutlich untergeordnet treten liquationstexturierte Laven auf. Sie wurden u. a. in den alten Steinbrüchen östlich Windischleuba oder bei Beucha-Steinbach im Altenburg-Regiser Vulkan-komplex, in der Ortsmitte von Gersdorf (Gersdorfer Eruptionszone) oder am Kirchfelsen Zschochau (Zschaitzer Eruptionszone) beobachtet. Diese Ausbildungsform scheint charakteristisch für Positionen nahe dem Ausbruchsschlot zu sein. Etwas häufiger treten massige Laven auf. Sie sind beispielsweise am Schloßberg in Altenburg, in Paditz und Paditz-Zschechwitz (Altenburg-Regiser Vulkankomplex), am Kirchberg in Gersdorf (Gersdorfer Eruptionszone) oder in einem alten Steinbruch nördlich Zschaitz (Zschaitzer Eruptionszone) aufgeschlossen. Diese Ausbruchsform weist auf eine hochviskose und damit saure Beschaffenheit der Lava hin.

Der in allen Andesitoidvorkommen häufigste Lavatyp ist die Klastolava. Die Vielfalt in ihrer Ausbildung erforderte zwangsläufig eine Systematisierung, um Rückschlüsse auf Ausbruchsdynamik, Viskosität und Chemismus ziehen zu können. In Anlehnung an die von CORRENS vorgeschlagene Korngrößenklassifikation für Sedimentite wurde folgende Klastolava-Systematik angewandt:

1. mikrolithische Klastolava,
Klastengröße 0,06...2 mm
2. metalithische Klastolava,
Klastengröße 2...60 mm
3. megalithische Klastolava oder Schuttlava,
Klastengröße 60...2 000 mm
4. Blocklava,
Klastengröße > 2 000 mm

Da der Klastenbestand durch nachdrängende Lava sowohl erneut angeschmolzen als auch völlig unbeeinträchtigt umhüllt sein kann, sollte man

„verschmolzene ... Klastolava“ bzw. „unverschmolzene“ ergänzen. Obwohl in den meisten Fällen im Gelände Kombinationen von Klastolavagruppen beobachtet wurden, genügte die Systematik durch ihre Kombinierfähigkeit allen nomenklatorischen Anforderungen.

Die Vormacht dieser Laven deutet auf differenzierte Viskosität, die durch zunehmende Entfernung vom Ausbruchszentrum durch Abkühlung entsteht, hin. Je höher die Acidität des Lavachemismus ist, um so größer ist die Neigung zur Klastolavabildung. Verschmolzene bis unverschmolzene mikrolithische Klastolaven dominieren in den Andesitoiden im Stadtgebiet Altenburg, teilweise in den alten Steinbrüchen östlich von Windischleuba, in den Andesitoiden bei Grotzsch und Lucka sowie bei Lippendorf im Altenburg-Regiser Vulkankomplex. Bei Kohren-Sahlis wurde dieser Typ, der in diesem Gebiet als internes Gefüge beobachtet werden kann, durch fortschreitende autoklastische Deformation zu Schutt- und Blocklaven überprägt (Photo 1, 2).

Verschmolzene und unverschmolzene mikro- bis metalithische Klastolaven treten im Typ Oschatz 1 auf. Ebenso können diese Formen im Gersdorfer Andesitoidvorkommen beobachtet werden. In der Zschaitzer Eruptionszone, insbesondere in einem alten Steinbruch östlich von Zunschwitz, sind Lavaergüsse von metalithischer Klastolava abgeschlossen.

Die mikroskopische Bearbeitung wurde durch die deutliche „sekundäre“ Veränderung des ursprünglichen Mineralbestandes der Andesitoide, die die gesamte Mächtigkeit erfaßt, erheblich erschwert. Für die Andesitoide der ersten Förderphase konnte folgender Modalbestand festgestellt werden:

1. Feldspäte:

Bis auf wenige, sehr gut „konservierte“ Einsprenglinge sind sie im Altenburg-Regiser Vulkankomplex, in der Gersdorfer und Zschaitzer Eruptionszone ausnahmslos zersetzt. Es muß zwischen Feldspäten zweier Größenordnungen unterschieden werden. Die größere kann von 1,3 mm bis maximal 25 mm groß sein. Die Phänokristen sind meist marginal korrodiert. Die wenigen in Umrissen erhaltenen Individuen weisen auf ehemalige Kalifeldspäte hin. Die in diesen „Großfeldspäten“ anzutreffenden korrosiven Buchten sind mit

Grundmasse ausgefüllt, so daß die Kristalldeformation bereits intratellurisch erfolgt sein muß. Die kleineren Feldspäte sind meist unter 1,3 mm groß. Sie besitzen größtenteils rechteckige Formen. Relativ selten treten reliktsche Zonarbaustrukturen auf. Die „Kleinfeldspäte“ werden als ehemalige Plagioklase gedeutet.

Die gegenwärtige „Feldspatfüllung“ besteht in der Nähe varistischer Antiklinalzonen (Beucha-Steinbach, Kohren-Sahlis, Altenburg, Gersdorfer und Zschaitzer Eruptionszone) dominierend aus Kaolinit, Illit, Mixed layer minerals, Quarz (undulös auslöschend) und Quarz-Kalifeldspat-Verwachsungen (amöboid verzahnt, sphärolithisch auslöschend). Die Feldspatzersatzprodukte aus den Bohrungen, die den Altenburg-Regiser Vulkankomplex im Bereich der Nordsächsischen Synklinale durchteuften bzw. erreichten, bestehen dagegen überwiegend aus Sericit, Chloritmineralen, Quarz, Quarz-Feldspat-Verwachsungen und deutlich untergeordnet anderen Tonmineralien.

Die wenigen Feldspäte, die bestimmbar waren, konnten von KAEMMEL und GOTTESMANN bei Börna als Labradorit (An 60) erkannt werden, die bei Gnadstein (alter Steinbruch am westlichen Gautenberg) in extrem quarzreicher Grundmasse konservierten Individuen als saure Oligoklase (An 16).

Anders sind die Verhältnisse beim Andesitoid Typ Oschatz 1. In diesem Gestein ist die „sekundäre“ Feldspatumwandlung nicht so vollständig vonstatten gegangen. GEORGI gibt aus den Bohrungen Mahlis 1962 (SÄRCHINGER und WASTER-NACK 1963) an, daß als Feldspateinsprenglinge ausnahmslos Plagioklase (An 20...35) auftreten. Bemerkenswert ist das von GEORGI erkannte anormale optische Verhalten der Plagioklase: Hochdruck- und Tiefdruckmodifikationen treten nebeneinander auf. Auch die Verzwilligung ist kompliziert und weist nach Ergebnissen des genannten Autors Achsenwinkel von 84°, 78°, 58° und 46° auf. Bei polarisiertem Licht können mikroskopisch sigmoidal oder torsionsartig deformierte Plagioklase beobachtet werden. Diese Erscheinungen treten häufig unter variablen Druck- und Bewegungseinflüssen auf, die sowohl in „engen“ Förderzonen als auch in unter tektonischem Druck stehenden Magmenkammern denkbar wären.

In allen Andesitoidvorkommen schwanken die Feldspatanteile vertikal und horizontal sehr. Sie

streuen durchschnittlich zwischen 5...30 Vol.-% und können bei Zschaitz ein Maximum von 50...60 Vol.-% erreichen.

Während im Altenburg-Regiser-Vulkankomplex und beim Typ Oschatz 1 die Kleinphänokristen, also Plagioklase überwiegen, nimmt nach Südosten der Anteil der Großphänokristen deutlich zu, um schließlich im Zschaitzer Andesitoid zu dominieren.

2. Quarz

Vulkanische, freie Quarzphänokristen fehlen im Altenburg-Regiser sowie dem Oschatz-1-Andesitoid nahezu völlig. Lediglich bei Borna-Steinbach konnten wenige Splitter beobachtet werden.

In der Gersdorfer Eruptionszone treten ebenfalls nur selten bis 1,8 mm große und stets korrosiv gerundete Individuen auf.

Nur wenig häufiger konnten dunkelbraungraue Quarze in der Zschaitzer Eruptionszone nachgewiesen werden. Sie werden bis maximal 3 mm groß und treten lateral korrodiert (z. T. mit koronarem Lösungs- bzw. gerichtetem sekundären Anwachsraum) oder splitterförmig auf.

3. Biotit

Ein für die Andesitoide der ersten Förderphase charakteristisches Phänomineral ist der Biotit. Das quantitative Auftreten ist von Erguß zu Erguß unterschiedlich. Die Größe kann zwischen 0,3...30 mm Blättchendurchmesser schwanken, wobei leistenförmig gestreckte, splitter- oder nadelartige Varianten häufig vorkommen können. Mit Ausnahme des Andesitoids Typ Oschatz 1 können immer zwei Biotit-Generationen unterschieden werden:

Biotit-I-Generation: Phänokristen sind idiomorph. Sie zeigen starke Korrosionserscheinungen, teilweise werden Einzellamellen deutlich abgelöst. Die Eigenfarbe ist dunkelbraun bis dunkelrotbraun. Stets sind Pseudopazitsäume und opake Erzsäume auf Spaltrissen nachzuweisen. Als Einschlüsse treten ausnahmslos Akzessorien auf.

Biotit-II-Generation: Die Phänokristen treten idiomorph und hypidiomorph auf. Sie können u. a. als Neuspaltung in ehemaligen Feldspäten und Mafiten vorkommen. Ihre Eigenfarbe ist hellgelbbraun, gelbbraun oder gründlichbraun. Pseudo-

opazitsäume oder Erzausscheidungen auf Spaltrissen treten nur in oberflächennahen Zersatzbereichen der Andesitoide auf. Als Einschlüsse können neben Akzessorien zersetzte Feldspatsubstanz, größere opake Erzkörner oder Grundmasseteilchen beobachtet werden.

Megaskopisch erscheinen die Biotite stets als das frischste Einsprenglingsmineral, das selbst im kaolinischen Zersatz noch seine Eigenfarbe oder Bronzeglanz besitzen kann.

Im Andesitoid Typ Oschatz 1 tritt nur die Biotit-I-Generation auf.

4. Mafite (ohne Biotit)

Anteilig geringer vertreten und wesentlich kleiner als die bisher genannten Phänokristen sind ehemalige Mafite. Sie sind nahezu ausnahmslos zersetzt. Und da selbst im gesamten Bohrprofil bei Borna (MEYER und ENGERT 1957) kein frisches Individuum beobachtet werden konnte (KAEMELL und GOTTESMANN in GLÄSSER 1977), muß die Zerstörung sehr frühzeitig erfolgt sein (Korrosionsbuchten mit Grundmasse gefüllt). Nach den Umrissen und z. T. reliktsch erhaltenen Spaltrissen – den einzigen Bestimmungsmerkmalen – dominieren Orthopyroxene, vor allem im Altenburg-Regiser und Oschatz-1-Andesitoid. Klinoamphibole sind in diesen Gebieten untergeordnet, nehmen aber in nordöstlicher Richtung (Gersdorfer und Zschaitzer Eruptionszone) deutlich zu.

Während in den Bohrungen, die im Bereich des Nordsächsischen Synklinoriums abgeteuft wurden, überwiegend sekundäre Chloritminerale und opakes Erz als Mafitfüllung auftreten, besteht die pseudomorphe Füllung der Andesitoide in Antiklinalflankenposition stets aus opakem Erz, Quarz oder Quarz-Kalifeldspat-Verwachsungen mit opakem Erzsäum oder Biotit-II. Bei wenigen Pseudomorphosen könnte es sich auch um ehemalige Klinopyroxene handeln, deren Existenz aufgrund des Erhaltungszustandes fragwürdig bleiben muß.

5. Glomeroblasten

Einen wesentlichen Anteil des Phänobestandes nehmen Glomeroblasten ein. Es handelt sich dabei um Mineralzusammenballungen ehemaliger Feldspäte und Pyroxene, im Zschaitzer Andesitoid von ehemaligen Feldspäten und Amphibolen. Seltener

tritt Biotit-I hinzu. Sie besitzen immer ein holokristallines, \pm gleichkörniges, ungerichtetes Gefüge. Marginal treten diffuse Reaktionssäume oder koronare Anwachssäume zur Grundmasse auf. Ihr Mineralbestand ist ausnahmslos zersetzt und wird jetzt von Quarz (undulös auslöschend), Quarz-Kalifeldspat-Verwachsungen, Tonmineralien und opakem Erz vertreten. Beim Andesitoid Typ Oschatz 1 können auch völlig sericitisierte, seltener karbonatisierte Feldspäte beobachtet werden.

Genetisch werden die Glomeroblasten der „Mixed Facies“ im Sinne RITTMANN (1973) zugeordnet.

6. Akzessorien

Akzessorisch treten am häufigsten Apatit und Zirkon auf. Während die Apatite als Einschlüsse beider Generationen Biotit, vereinzelt in Mafitpseudomorphosen mit Chloritmineralfüllung, in ehemaligen Feldspäten und in der Grundmasse zu finden sind, treten Zirkone fast ausschließlich in der Grundmasse auf. Die Zirkone können teilweise als idiomorphe Kristalle bis 1,1 mm groß sein. Die überwiegende Anzahl ist splitterförmig. Die Auswertung, die nach HOPPE und SCHWAB (1964) durchgeführt wurde, ergab, daß der Ursprung der Zirkone sowohl in magmatischen als auch in metamorphen Gesteinen gesehen werden kann. KAEMMEL und GOTTESMANN in GLÄSSER (1977) beschreiben aus dem Bornaer Gebiet Titanit. Seltener tritt Magnetit und Rutil, der in Apatit oder Biotit eingeschlossen ist, auf.

Die Dünnschliffuntersuchungen zeigten, daß die Grundmasse ebenso wie der Phänobestand erheblichen substantiellen Veränderungen unterlegen haben muß. Grundsätzlich können bei den Andesitoiden der ersten Förderphase drei Grundmasstypen unterschieden werden:

Typ I:

Die Grundmasse besteht überwiegend aus granulös-amöboid verzahnten, sphärolithisch auslöschenden Partikeln, zwischen und in die dunklere Anteile (opake Erzkörnchen, orange oder rote Eisenoxidkörnchen) eingelagert sind. Daneben sind kornförmige oder wurmartig agglomerierte Tonminerale zu beobachten. Verschiedene Bereiche zeichnen sich durch eine deutliche Hellfleckigkeit aus, deren Ursache eine „Verschmelzung“ der

amöboid verzahnten Sphärolithe zu undulös auslöschendem Quarz unter gleichzeitiger Verdrängung der Tonmineralsubstanz ist. Derartige Grundmasseausbildung ist charakteristisch für massige Laven. Es muß daher geschlußfolgert werden, daß die ursprüngliche Lava überwiegend aus glasiger, teilweise kryptokristalliner, sehr saurer Grundmasse bestanden haben muß, die durch Entglasung und thermochemische Beeinflussung den heutigen Zustand angenommen hat.

Typ II:

Die Grundmasse besteht aus enger Wechselfolge des Types I und Partien mit intersertal-gerichtetem bis richtungslosem Gefüge. Auch das intersertale Leistengefüge ist sekundär völlig verändert. Die ehemaligen Feldspatleisten bestehen jetzt aus undulös oder sphärolithisch auslöschendem Quarz (oft eine Pseudokörnigkeit vortäuschend), Quarz-Kalifeldspat-Verwachsungen und Tonmineralen. Die Mesostasis besteht aus sphärolithisch auslöschendem Quarz, rotbraunen Hämatitkörnchen und Tonmineralen. Im Raum Groitzsch-Lucka und Lippendorf im Altenburg-Regiser Vulkan-komplex sind daneben noch Chloritaggregate eingeschaltet.

Nimmt die Acidität der Grundmasse zu, so verringert sich die Feldspatleistendichte und die Partien sind bostonitisch strukturiert. Das ist insbesondere beim Zschaitzer Andesitoid der Fall.

Der intersertale oder bostonitische Typ kann den amöboid-sphärolithischen aus seinem lagigen Verband lösen und Teile davon einwickeln, diese als deutlich abgegrenzte Stücke aufnehmen oder als diffuse Flecken oder Schlieren inhalieren. Auf diese Weise kommt es zur Herausbildung meist mikrolithischer Klastolaven. Derartige Lavatypen können wahrscheinlich nur dann entstehen, wenn es zu stofflicher und thermischer Differenzierung des Ergusses kommen kann und sich somit Laven unterschiedlicher Viskosität laminar bewegen.

Aus dem Lavatyp II wird der wesentliche Teil der Andesitoide der ersten Förderphase gebildet.

Typ III:

Die Grundmasse besitzt ausnahmslos trachytisch-gerichtete Textur und ist an typisch liquationstexturierte Laven, die sehr selten auftreten, gebunden. Die (sekundär) stark überprägten Plagioklasleisten bestehen ebenfalls aus der sekundären Mineralisation aus Quarz, Quarz-Kalifeld-

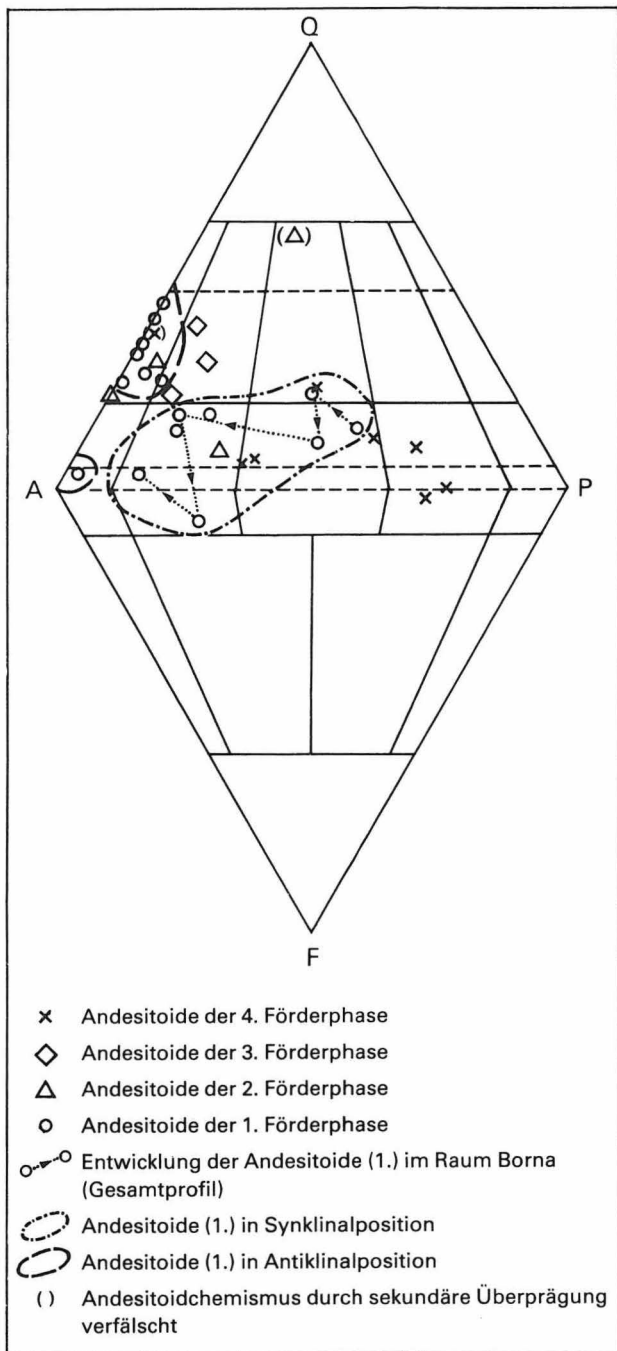


Abbildung 2
 Bauschemische Entwicklung der Andesitoide
 Nordwestsachsens
 (Normative Umrechnung nach SMA-Norm RITTMANN [1973])

spat-Verwachsungen und Tonmineralen. Parallel zu den ehemaligen Plagioklasleisten sind relativ kleine Biotitnadelchen, die ausnahmslos aus opakem Erz bestehen, eingeregelt. Die geringfügige Mesostasis besteht aus sphärolithisch auslöschendem Quarz mit starker Konzentration von

Hämatitkörnchen und Tonmineralen, seltener Chlorit.

Von besonderer Problematik bei den Andesitoiden der ersten Förderperiode ist die exakte petrologische Nomenklatur. STRECKEISEN (1969) äußerte eindeutig, daß die Grundlage der Gesteinsklassifikation der Eruptiva stets ihr modaler Mineralbestand ist. Die beschriebene starke sekundäre Veränderung des Phäno- und Grundmassebestandes gestattete in keiner Weise eine exakte Mineralintegration. Und da die Einsprenglingsdichte der Laven sowohl horizontal als auch vertikal erheblich variiert, blieb selbst eine grobe Verteilungsermittlung – im Gegensatz zu den Nordwestsächsischen Ignimbriten – ohne nützlich Ergebnis. Für die megaskopische Gesteinsansprache ist deshalb nur die Bezeichnung „Andesitoid“ (TGL 25 235/01, Bearbeitungsstufe B) oder „Biotit-Phänotrachyt ... Biotit-Phänoandesit“ (TGL 25 235/01, Bearbeitungsstufe C) zu vertreten.

Trotz der starken Sekundärüberprägung wird durch die mikroskopisch gewonnenen Ergebnisse eine Diskrepanz zwischen dem ursprünglich relativ basischen Einsprenglingsmodus (ehemalige Vergesellschaftung: Plagioklas-Kalifeldspat-Biotit-Pyroxen/Amphibol-[Quarz]) und dem relativ sauren Grundmassebestand (ehemalige Vergesellschaftung: Plagioklas-Kalifeldspat-Rhyolithglas-Quarz-[Biotit/Opakminerale/Hämatit]) deutlich. Diese Feststellung läßt somit eine Gesteinsbezeichnung ausschließlich nach dem Einsprenglingsmodus (Phäno...) als unbrauchbar erscheinen. Zur annähernden Bestimmung des ursprünglichen Gesteinscharakters war es deshalb erforderlich, neben der Schätzung des Gesamtmodalbestandes den Bausch- und Spurenschemismus sowie deren Beziehungen untereinander zu Hilfe zu nehmen. Das größte Problem bei der direkten Auswertung petrochemischer Analysen ist aber ebenfalls die sekundäre Umwandlung. Der petrographische Befund zeigt einen Wechselprozeß zwischen chemischer Zerstörung des primären Mineralbestandes außer Biotit-I einerseits und unmittelbar nachfolgender pseudomorpher Rekristallisation in Form von Biotit-II-Neuspaltungen, Quarzneubildungen, Quarz-Kalifeldspat-Verwachsungen und Drei- und Vierschichtsilikatbildung bzw. bei fortgeschrittenem Stadium Wechsellagerungs- oder Zweischichtsilikatbildung andererseits. Die

Ursache für die die gesamte Andesitoidmächtigkeit erfassende Gesteinsumwandlung wird in einer kräftigen Autohydratationsmetamorphose (WALGER 1958) gesehen. Voraussetzung für diese Umwandlung ist ein hoher Wasserdruck im Magma („wet“ volcanic facies nach RITTMANN 1973). In welchem Umfang schließlich Ionenabführung von Na^+ , Ca^{2+} und Mg^{2+} oder Maskierung stattgefunden hat, bleibt unbestimmbar.

1.3.

Stoffliche Entwicklung

Zur Klärung der petrochemischen Beschaffenheit der Andesitoide der ersten Förderphase standen 16 Bausch- und partielle Spurenelementanalysen zur Verfügung. Die Umrechnung und Auswertung der Analyseergebnisse erfolgte nach BURRI (1959), KUNO (1962), PFEIFFER (1974), RITTMANN (1952, 1960, 1973), ZAVARICKIJ (1954) u. a. Trotz der offensichtlichen Fehler, die durch die Autohydratationsmetamorphose im Chemismus der Vulkanite hervorgerufen wurden, erweist sich die Auswertung nach der SMA-Norm RITTMANN (1973) als günstige Vergleichsbasis. Berücksichtigt man darüber hinaus den petrographischen und phänomenologischen Befund, so können nicht nur petrologische Entwicklungstrends abgeleitet, sondern auch der ursprüngliche Vulkanitchemismus näherungsweise rekonstruiert werden.

Aus dem Bohrprofil Borna (ENGERT 1957) liegen 6 Analysen vor (KAEMMEL und GOTTESMANN in GLÄSSER 1977). Sie kennzeichnen zusammenhängend die petrochemische Entwicklung in einem Teil des Altenburg-Regiser Vulkankomplexes. Abbildung 2 zeigt, daß die stoffliche Entwicklung von quarzführenden Latiten bis Rhyodaziten unter Quarzabnahme nach oben in einen quarzführenden Trachyt, einen Trachyt und schließlich foidführenden Trachyt übergeht (es wird die Gesteinsnomenklatur von RITTMANN 1973 verwendet, die gegenüber der TGL 25 235/01 detailliertere Aussagen gestattet, ohne dieser zu widersprechen). Auch die anderen Andesitoide, die in der Nord-sächsischen Synklinalzone angetroffen und analysiert wurden (Groitzsch, Lippendorf), zeigen trachytischen Chemismus. Die in Sattelflankenposi-

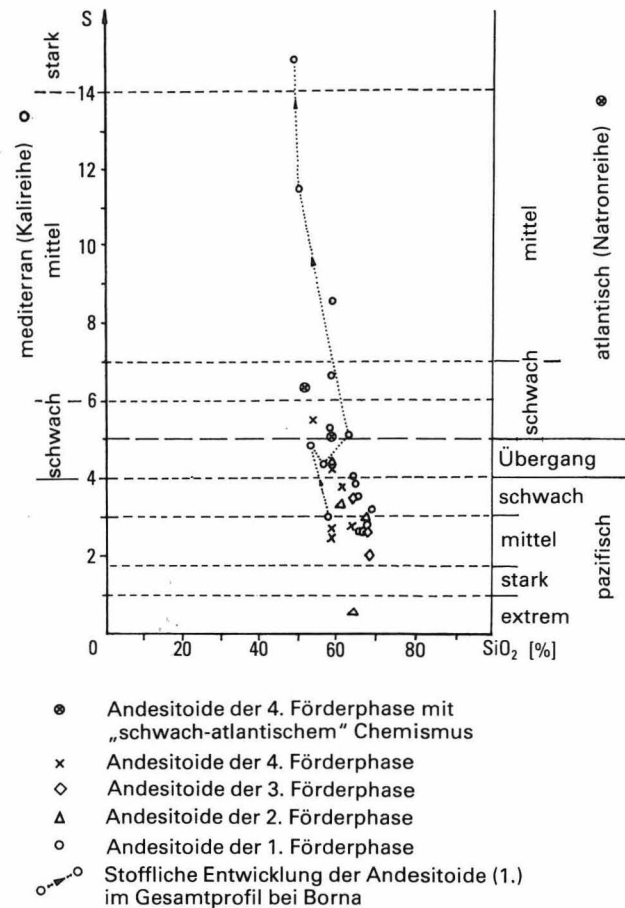


Abbildung 3
Sippenindex nach RITTMANN (1960):

$$S = \frac{(\text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O})^2}{\text{SiO}_2 - 43}$$

tionen anstehenden Andesitoide (Altenburg-Regiser Vulkankomplex: Altenburg, Paditz-Zschechwitz, Kohren-Sahlis, Gersdorfer Eruptionszone, Zschaitzer Eruptionszone, Andesitoid Typ Oschatz 1) weisen dagegen überwiegend alkalirhyolithischen, untergeordnet rhyolithischen oder alkalitrachytischen Chemismus auf. Berücksichtigt man die Lavenausbildung und petrographischen Ergebnisse, so ergibt sich eine theoretische Rechtsverschiebung des Primärchemismus im Diagramm: Die basischsten Glieder lägen im Latitfeld, die sauren im Übergangsbereich Rhyolith-/Trachyt-Feld.

Dieser Befund, der die Andesitoide der ersten Förderphase als intermediäre bis überwiegend saure, kaliumbetonte Gesteine (pazifischer Sippencharakter mit Entwicklungstendenz nach mediterran; RITTMANN 1960) charakterisiert, wird durch den Spurenelementchemismus gestützt. Die Ver-

gleiche der granitophilen Spurenelemente (Li, Rb, Sr, Ba) mit Durchschnittswerten verschiedener typischer Gesteinsgruppen gestatten die Feststellung, daß die Elementgehalte mit denen „saurer, Ca-armer Magmatit“ (TUREKIAN und WEDEPOHL 1961) am nächsten vergleichbar sind. Das gleiche trifft für die granitophoben Spurenelemente (Co, Ni, Cr, V, Ti) zu. Nur gelegentlich können unbedeutend abweichende Tendenzen in den Bereich der „Syenite“ (TUREKIAN und WEDEPOHL 1961) oder der „Diorite“ (VINOGRADOV 1962) beobachtet werden. Die Korrelation des Larsen-Faktors ($LF = [^{1/3} Si + K] - [Ca + Mg]$ [Ionenprozent]) mit einer Reihe von Spurenelementen (GLÄSSER 1977) runden die Feststellung ab, daß es sich bei den Andesitoiden der ersten Förderperiode um ausgesprochen schlecht differenzierte, überwiegend saure Vulkanite handelt.

2. Andesitoide der zweiten Förderphase

2.1. Regionale Verbreitung und lithostratigraphische Stellung

Die Andesitoide der zweiten Förderphase scheinen nach bisheriger Kenntnis nur auf den Oschatzer Vulkankomplex beschränkt zu sein, wobei exakte Angaben zur Verbreitung durch die bedeutende Bedeckung mit jüngeren Eruptiva und mangels Bohrungen auch weiterhin ausstehen. Sie werden zusammenfassend als Andesitoide Typ Oschatz 2 benannt. Die ehemals als „Melaphyre“ bezeichneten Vulkanite sind im Streitbachtal nördlich von Gröppendorf, südlich des Collms aufgeschlossen und in einer Bohrung am Hutberg bei Oschatz (SÄRCHINGER und BÖHME 1963) erteuft worden.

Überdeckt werden die Andesitoide von einer grauen Tufffolge, die HÄRTEL (1932) als „Porphyrtuff von Ganzig“, ZIEBELL (1974) als „Lonnewitzer Schichten“ bezeichnet. Diese sind am Finkenberg bei Ganzig-Kleinragewitz aufgeschlossen. Über den „Lonnewitzer Schichten“

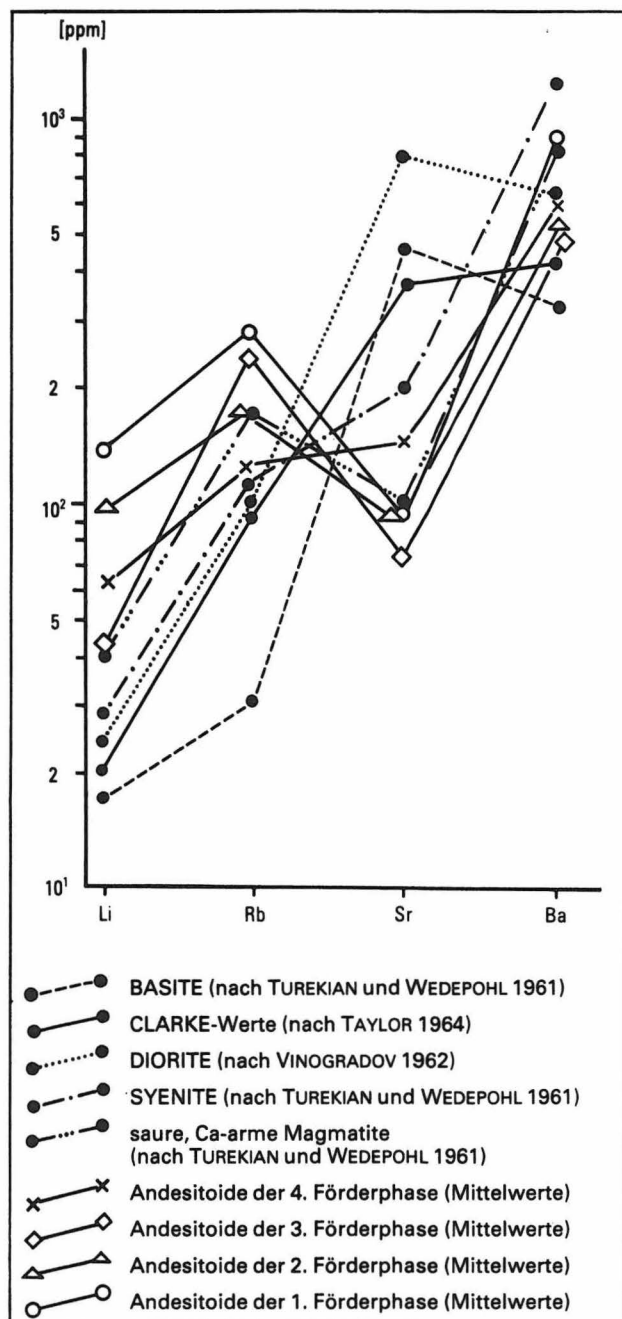


Abbildung 4
Die Verteilung der granitophilen Spurenelemente

folgt eine Ignimbritförderphase, die EIGENFELD (1978) eindeutig vom „Rochlitzer Porphy“ (1. Ignimbritförderphase) abtrennen konnte. Zu dieser zweiten Ignimbritförderphase werden u. a. der „Pyroxenquarzporphy Typ Wermsdorf“, der „Altoschatzer“ (EIGENFELD 1978) und der „Meltewitzer Porphy“ (EISSMANN 1970) gerechnet. Auf die äußere Ähnlichkeit der letztgenannten Ignimbrite verwies bereits EISSMANN (1970).

Chemismus (Abbildung 2). Die Andesitoide besitzen jetzt einen trachytischen bis alkalirhyolitischen Chemismus. Der ausgesprochene Quarzreichtum des Materials vom Hutberg ist auf eine starke sekundäre Überprägung zurückzuführen.

Berücksichtigt man den wahrscheinlichen ursprünglichen Modalbestand der Vulkanite, der zwischen quarzführenden Latitandesiten und Trachyten gelegen haben könnte, so ist eine deutliche stoffliche Verschiebung als Folge relativer Kaliumanreicherung zu erkennen. Der Sippencharakter nach RITTMANN (1960) ist pazifisch bis schwach mediterran (Abbildung 3).

Die Auswertung der Spurenelementanalysen zeigt, daß die granitophoben Elemente der Andesitoide der zweiten Förderphase mit ihrer Summenkurve zwischen „sauren, Ca-armen Magmatiten“ (TUREKIAN und WEDEPOHL 1961) und „Dioriten“ (VINOGRADOV 1962) liegen, die granitophilen Elemente nähern sich dagegen deutlich „sauren, Ca-armen Magmatiten“ (Abbildungen 4 und 5).

Als grundsätzlicher Trend kann festgestellt werden, daß es bei den Andesitoiden der zweiten Förderphase gegenüber denen der ersten zu einer stofflichen Entwicklung zu intermediären Vulkaniten kam, ohne daß eine Änderung der Herkunft des Magmas erfolgt ist.

3.

Andesitoide der dritten Förderphase

3.1.

Regionale Verbreitung und lithostratigraphische Stellung

Von besonderer Problematik ist die Stellung der Andesitoide der Nordrandzone des Nordwestsächsischen Vulkanitkomplexes. Bekannt wurden diese Gesteine durch eine Bohrung des VEB Geophysik bei Liemehna (SÄRCHINGER und WASTERNACK 1963). Inzwischen wurde durch weitere Bohrungen mit unterschiedlichen Zielstellungen festgestellt, daß nahezu lückenlos am Komplexnordrand ein Andesitoidsaum auftritt. Er erstreckt

sich etwa von Gottscheina und Liemehna (nordöstlich von Leipzig) über Rödgen, Zschepplin, um an der herzynisch gerichteten Eilenburger Querzone abzusetzen und schließlich etwa in Ost-West-Richtung bei Paschwitz und nördlich von Schöna seine Fortsetzung zu finden. Zu dieser Nordrandzone wird auch der Andesitoid gezählt, der am Schildauer Berg einen Ignimbrit („Schildauer Porphy“) durchschlägt (RÖLLIG 1965). Trotz der erweiterten Kenntnis über die Verbreitung andesitoider Vulkanite am Nordrand sind die lithostratigraphischen Beziehungen zur benachbarten dritten Ignimbritförderphase, dem „Pyroxenquarzporphyr Typ Wurz“ (RÖLLIG 1965, 1969, 1976), bisher nicht eindeutig klärbar gewesen. Es wird angenommen, daß die Andesitoide vor dem „Pyroxenquarzporphyr“ zum Ausbruch kamen und bevorzugt am Komplexnordrand Spalteneruptionen entstammen.

An dem von W. JÄGER (VEB Geophysik) dem Verfasser freundlicherweise überlassenen Probenmaterial der Bohrung Liemehna wird deutlich, daß sowohl liquationstexturierte Laven als auch Klastolaven zum Ausbruch kamen. Das relativ steilstehende Fluidalgefüge und die phänomenologische Ausbildung deuten auf eine naheliegende spaltenförmige Ausbruchszone hin.

Das Vorkommen am Schildauer Berg ist eine Schlotfüllung, bestehend aus Andesitoidtuff mit eingeschalteten Andesitoidbrocken und -blöcken.

Ebenfalls der dritten Förderperiode könnten Andesitoide mit bostonistischer Struktur angehören, die RÖLLIG (1976) als Xenolithe im „Pyroxenquarzporphyr“ beschreibt.

3.2.

Petrographische Ausbildung

Ähnlich dem Andesitoid Typ Oschatz 2 kann zwischen zwei Varietäten unterschieden werden, einer violettgrauen bis rotbraunen Varietät (Oxi-I-Ausbildung) und einer grüngrauen (Chloro-I-Ausbildung). Zum Teil kommt es zu einer Wechsellagerung beider Farbtypen bei den fluidalen Laven oder zum Einschluß jeweils entgegengesetzter Farben bei den Klastolaven (niedrige bis mittlere Redoxwerte).

Megaskopisch sind die Andesitoide dicht bis sehr feinkörnig und einsprenglingsarm. Unter dem Mikroskop wird eine intersertal-, z.T. bostonisch-gerichtete Textur sichtbar. Als Einsprenglinge treten chloritisierte (Chloro-II-Überprägung) oder sericitisierte Plagioklase (Einzelbestimmungen erbrachten An 30...35), völlig chloritisierte Pyroxene und Amphibole sowie ausnahmslos umgewandelte Glomeroblasten auf. Biotite fehlen. Akzessorisch dominiert Apatit, untergeordnet tritt Zirkon und opakes Erz auf. Das Plagioklasleistengefüge wurde sekundär stark durch Quarz- oder Quarz-Kalifeldspat-Verdrängungen beeinflusst und ist nur noch reliktsch nachweisbar. Als Mesostasis kann Chlorit, Quarz, Quarz-Kalifeldspatverwachsungen und Sericit beobachtet werden. Diese starke Veränderung des Gesteins wird ebenfalls als autohydratationsmetamorphe Beeinflussung gedeutet, wobei die Wasserbeteiligung gegenüber den Andesitoiden der ersten Eruptionsphase geringer sein muß (Biotitmangel).

Der Andesitoid vom Schildauer Berg liegt ausnahmslos in Oxi-I-Ausbildung vor. Die sekundäre Überprägung ist jedoch so erheblich, daß eine petrographische Beurteilung nur sehr ungenau möglich ist.

3.3.

Stoffliche Entwicklung

Der stofflichen Beurteilung des Andesitoids von Liemehna liegen zwei Bauschanalysen zugrunde, die dem Verfasser ebenfalls dankenswerterweise von W. JÄGER zur Auswertung überlassen wurde. Die Umrechnung nach der SMA-Norm erbrachte eine Zuordnung zu den Rhyolithen. Der Ausgangsmodalbestand, der noch reliktsch beobachtet werden kann, läßt jedoch auf einen ursprünglichen quarzführenden Latit schließen. Die relative Kaliumanreicherung muß erheblich sein (Abbildung 2).

Die Verteilung der granitophoben Spurenelemente zeigen Werte, die nahe denen von Dioriten (VINOGRADOV 1962) liegen. Die granitophilen Spurenelemente nähern sich dagegen den durchschnittlichen Gehalten „saurer, Ca-armen Magmatite“ (TUREKIAN und WEDEPOHL 1961; Abbildung 4 und 5).

Die vom Andesitoid des Schildauer Berges gewonnene Bausch- und Spurenelementanalyse erbrachte den Verhältnissen von Liemehna naheliegende Werte. Auch in diesem Vulkanit schlägt sich eine starke Kalium- und SiO₂-Anreicherung im Bauschchemismus nieder.

4.

Andesitoide der vierten Förderphase (Finalgruppe)

4.1.

Regionale Verbreitung und lithostratigraphische Stellung

Am Ende der vulkanischen Tätigkeit im Nordwestsächsischen Vulkanitkomplex kommt es erneut zur Förderung andesitoider Gesteine. Bereits AMBRONN (1907), WASTERNAK in RÖLLIG (1976), BÖHME in RÖLLIG (1976) und RÖLLIG (1969) erkannten intermediäre bis basische Ganggesteine, die die jüngste Ignimbritdecke, den „Pyroxenquarzporphyr Typ Wurzen“, durchschlagen. Grundsätzlich muß zwischen „reinen Andesitoidgängen“ und „entmischten Gängen“ unterschieden werden. In der Umgebung von Wurzen, insbesondere bei Altenhain (BÖHME in RÖLLIG 1969, 1976; GLÄSSER 1977), Pyrna (AMBRONN 1907), Burkartshain, Gerichshain (EISSMANN 1970) und Körlitz wurden „reine Andesitoidgänge“ bzw. deren Zersatzzone durch Bohrungen unterschiedlicher Zielstellung angetroffen.

„Entmischte Gänge“ treten im Steinbruch Kolm bei Trebsen (mündliche Information von RÖLLIG) und im Steinbruch Dummelsberg bei Oelschütz, südlich von Wurzen (RÖLLIG 1969), auf. Es fällt auf, daß die „Gangandesitoide“ im Zentralbereich der vulkanotektonischen Wurzener Teilsenke konzentriert sind. Ebenfalls in einem zentralen Ausbruchsbereich, im heutigen Ostteil von Oschatz (Oschatzer Eruptionszone), wurde von EIGENFELD ein Andesitoidgang beobachtet, der in diesem Gebiet die Ignimbrite der zweiten Förderphase durchschlägt. Die absolute Altersstellung

ist deshalb nicht eindeutig feststellbar. Ebenso unsicher ist die Stellung der Andesitoide von Wildschütz (östlichster Teil der Nordranderruptionszone; SÄRCHINGER und WASTERNAK 1963) und von Ganzig. Lediglich die Beziehungen zum Liegenden sind bekannt. So überlagert die Andesitoid – Tuff – Wechselfolge von Wildschütz, relativ steilstehend fluidaltexturiert (80...90° Einfallen), den Phänorhyodazit Typ Wildschütz („Wildschützer Quarzporphyr“). Der Ganziger Andesitoid liegt dagegen am Finkenberg bei Ganzig-Kleinragewitz den „Lonnewitzer Schichten“ (ZIEBELL 1974) auf. Da sich die petrologische und phänomenologische Ausbildung deutlich von den anderen Andesitoiden unterscheidet und gleichzeitig keine Xenolithe dieser Gesteine in den umgebenden Rhyolithoiden bekannt wurden, erscheint die Annahme berechtigt zu sein, die beiden Andesitoidtypen ähnlich den Gängen als sehr junge Ausbruchprodukte im Nordwestsächsischen Vulkanitkomplex einzustufen.

4.2.

Petrographische Ausbildung

„Reine Andesitoidgänge“

Megaskopisch besitzen sie eine grünlichgraue bis dunkelgraue Farbe und erscheinen überwiegend klein- bis mittelkörnig, seltener grobkörnig. Unter dem Mikroskop wird ein holokristallin-hiatales, trachytisch-richtungsloses Gefüge sichtbar. Einzelne Bereiche können auch semikristallin-hiatal, intersertal-richtungslos ausgebildet sein. Die Grundmasse besteht aus Plagioklasleisten, Chloritaggregaten, opaken Erzkörnchen, Kalifeldspat und Quarz. Sehr häufig können hellgraue Schlieren beobachtet werden. Sie besitzen ein holokristallin-gleichkörniges, granulöses oder trachytisch-richtungsloses, selten divergentstrahliges Gefüge. Als Phänokristen treten Plagioklas, chloritisierte Pyroxene sowie Glomeroblasten auf. Die Plagioklas zeigen häufig poikilitische Struktur. Verzwillingt sind sie häufig nach dem Albitgesetz (An 19), auch Zonarbau kann beobachtet werden. Die Glomeroblasten bestehen aus sericitisiertem Plagioklas und chloritisiertem Pyroxen. Sie werden stets von einer radialstrahlig an-

geordneten Plagioklas – Mafit – Kalifeldspat – Quarz – Korona umsäumt. Akzessorisch tritt Apatit, opakes Erz, untergeordnet Rutil und Titanit auf. Die modale Zusammensetzung des Einsprenglingsbestandes gestattet eine Einstufung als Phänoandesit. Die erhöhten Anteile von Kalifeldspat und Quarz in der Grundmasse bewirken allerdings eine Verschiebung in Richtung Latitan-desit/Latit.

Bauschemisch zeigt sich nach Umrechnung nach der SMA-Norm eine gute Übereinstimmung mit dem Modalbestand. Es wurden sowohl für Pyrna als auch für Altenhain „quarzführende Latite“ ermittelt.

Die Spurenelemente verhalten sich indifferent, tendieren aber mehr zu sauren als zu basischen Magmen.

„Entmischte Gänge“

Von diesen Ganggesteinen sind zwei Typen zu unterscheiden:

1. Die Kombination von marginalen Andesitoiden mit zentral angeordnetem pyroxenarmen „Granitporphyr“ (Kolm/Trebsen)
2. Die Kombination von marginalen Andesitoiden mit zentral angeordnetem semikristallin-hiatalem Rhyolith (Oelschütz)

Der erste Typ durchschlägt den „Pyroxenquarzporphyr Typ Wurzten“ und kann somit möglicherweise in die gleiche finale Zeit subvulkanischer Tätigkeit, wie der „Pyroxengranitporphyr“ eingeordnet werden. Die deutliche Zonierung der „entmischten Gänge“ dürfte sicherer Hinweis für eine unmittelbar aufeinander folgende zweiphasige Intrusion sein (Abbildungen 6 und 7).

Das andesitoide Differentiat im Steinbruch Kolm/Trebsen besitzt in relativ „frischem“ Zustand eine dunkelgraue, teilweise schwarzgraue Farbe oder hat durch Sekundärbeeinflussung eine Rotfärbung (Oxi-II-Ausbildung) bekommen. Das Gefüge ist semikristallin-hiatal, intersertal-richtungslos ausgebildet, bei dem geröteten Typ bostonitisch-richtungslos. Der Hauptteil der Grundmasse wird aus meist sericitisierten Plagioklasleisten gebildet. Als Mesostasis treten sehr stark opake Erzkörnchen hervor, daneben existiert Kalifeldspat und Quarz. Sollten die Erzkörnchen ihren Ursprung in ehem. Mafitsubstanz haben, so liegt die Farbzahl zum Teil über 40. Das bedeutet,

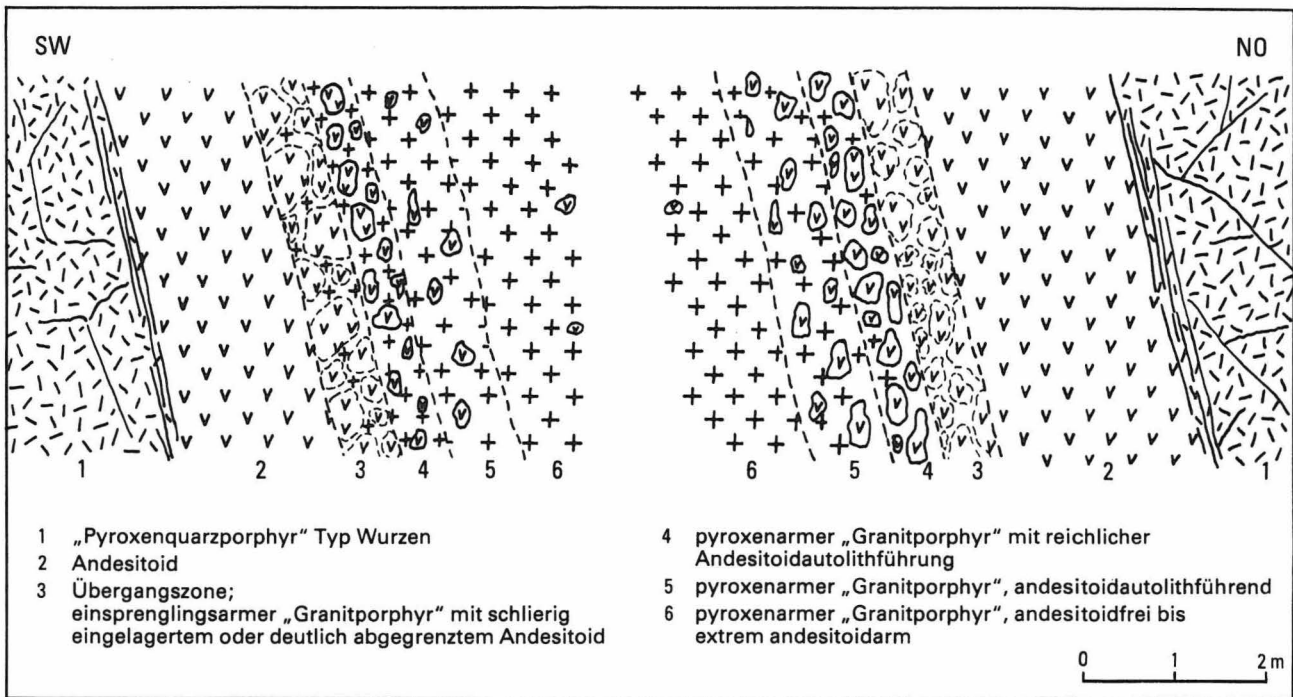


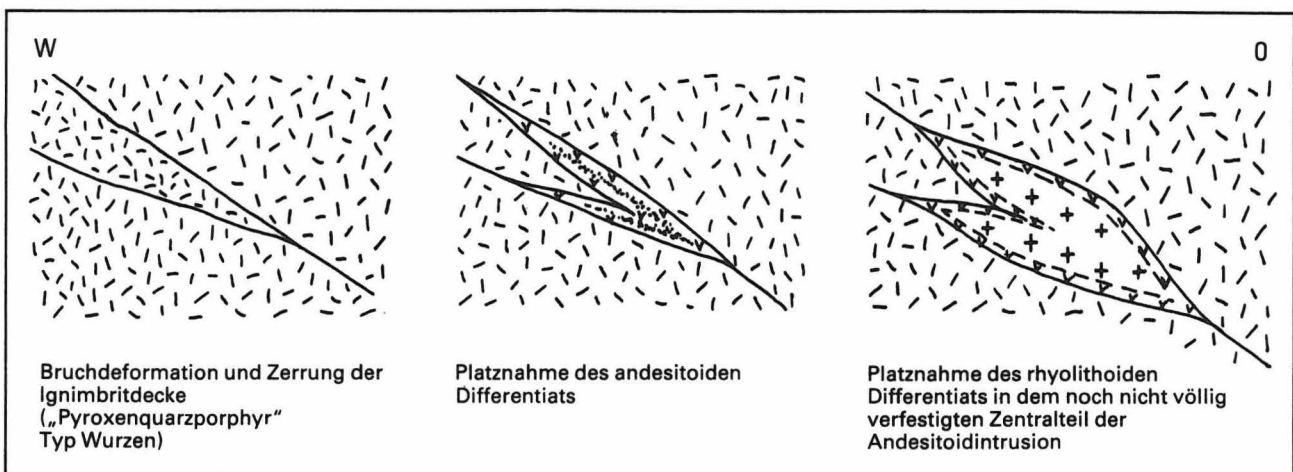
Abbildung 6
Zonierung des „entmischten“ Gangs im Steinbruch Kolm/Trebsen

daß neben latitandesitisch bis andesitischem Modalbestand auch latitbasaltisch bis basaltischer auftritt. Als Einsprenglinge treten Plagioklase (polysynthetisch verzwilligt oder zorniert) auf, die oft perthitische Entmischungsmerkmale oder Sericitisierung zeigen. Die ehemaligen Orthopyroxene sind (im bearbeiteten Schlifffmaterial) restlos zu opakem Erz umgewandelt worden und werden von einem Kalifeldspatsaum umgeben. Die zersetzten Glomeroblasten besitzen koronare Säume.

Die Bauschanalyse erbrachte eine normative Zusammensetzung eines „Latits“, was eine gewisse sekundäre Beeinflussung des modalen, basischeren Bestandes deutlich macht.

Die Spurenelementgehalte liegen bei den granitophilen Elementen in Gehalten und Verteilungstendenz nahe den „sauren, Ca-armen Magmatiten“ (TUREKIAN und WEDEPOHL 1961), bei den granitophoben Elementen nahe den „Syeniten“ (TUREKIAN und WEDEPOHL 1961).

Abbildung 7
Schematische Deutung der genetischen Entwicklung des „entmischten“ Gangs im Steinbruch Kolm/Trebsen



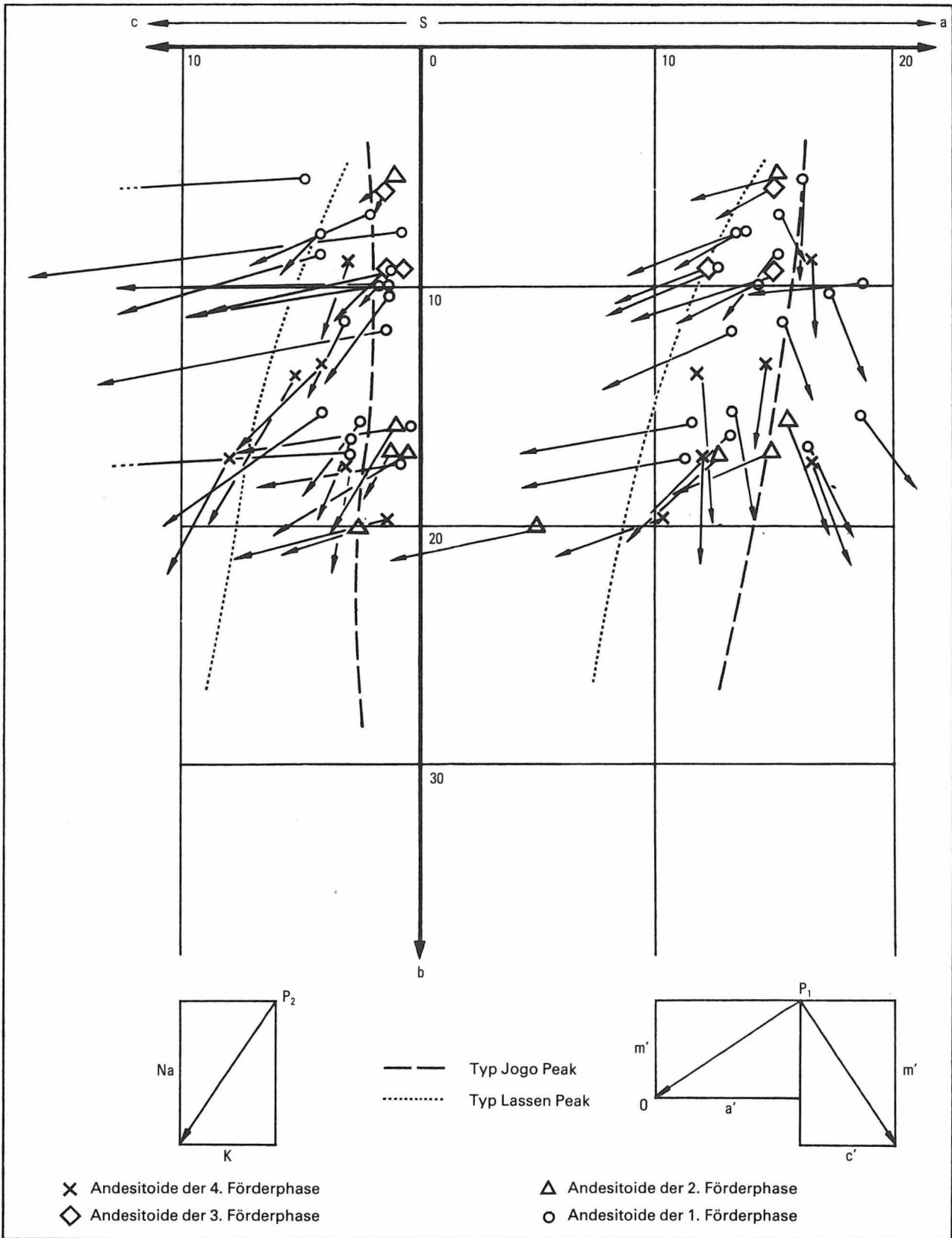


Abbildung 8
Normative Zahlencharakteristik nach ZAVARICKIJ (1954)

Der zweite Typ muß altermäßig als jüngstes Gangglied angesehen werden, da er am Tummelsberg bei Oelschütz den „Pyroxengranitporphyr“ durchschlägt (RÖLLIG 1969). Auch hier liegt eine eindeutige Entmischung vor der Gangintrusion vor. Das olivgraue andesitoide Material ist ausgesprochen stark zersetzt und erbrachte petrographisch keine brauchbaren Ergebnisse.

Andesitoid Typ Ganzig:

Das Gestein ist östlich der Oschatzer Eruptionszone mehrfach aufgeschlossen, so am Tum-Berg, Finkenberg und Thon-Berg bei Ganzig. In dem südlichen Kesselbruch östlich von Ganzig ist die Ausbruchszone aufgeschlossen (ss 20°...30°/90°...85° NW). Das in diesem auflässigen Steinbruch anstehende relativ frische Material ist einheitlich mittelgrau bis grüngrau gefärbt (Chloro-I-Ausbildung). Es zeigt eine deutliche Chloritfleckigkeit (meist 0,5...1 cm Durchmesser; Chloro-II-Überprägung). Die Grundmasse ist semikristallin-sereal, intersertal-gerichtet bis trachytisch-gerichtet ausgebildet. Die Plagioklasleisten sind schwach autohydratationsmetamorph überprägt. Die Mesostasis besteht aus amöboid verzahntem Quarz und Quarz-Kalifeldspat-Verwachsungen sowie Chloritaggregaten. Die megaskopisch erkennbaren dunkelgrünen Flecken werden durch Chloritaggregate hervorgerufen, die ihrerseits die autohydratationsmetamorph veränderte Grundmasse verdrängen. Als Einsprenglinge treten zersetzte Plagioklase, Glomeroblasten (reliktische polysynthetisch verzwilligte Plagioklase und zersetzte Orthopyroxene) und chloritisierte, zu opakem Erz umgewandelte oder durch Biotit-II ausgefüllte Orthopyroxene. Akzessorisch tritt Apatit, Rutil und Magnetit auf. Die modale Zusammensetzung spricht – trotz starker sekundärer Überprägung – für einen ehemaligen Latit bis Latitandesit. Die bauschemische Analyse des „frischen“ Materials von Ganzig und deren normative Umrechnung nach RITTMANN (1973) bestätigte diesen Modalbestand: quarzführender Latitandesit. Das angewitterte Material vom Finkenberg zeigt dagegen durch Feldspatzerstörung und Na⁺- und Ca²⁺-Abfuhr deutlich verfälschte Werte (Alkalirhyolith).

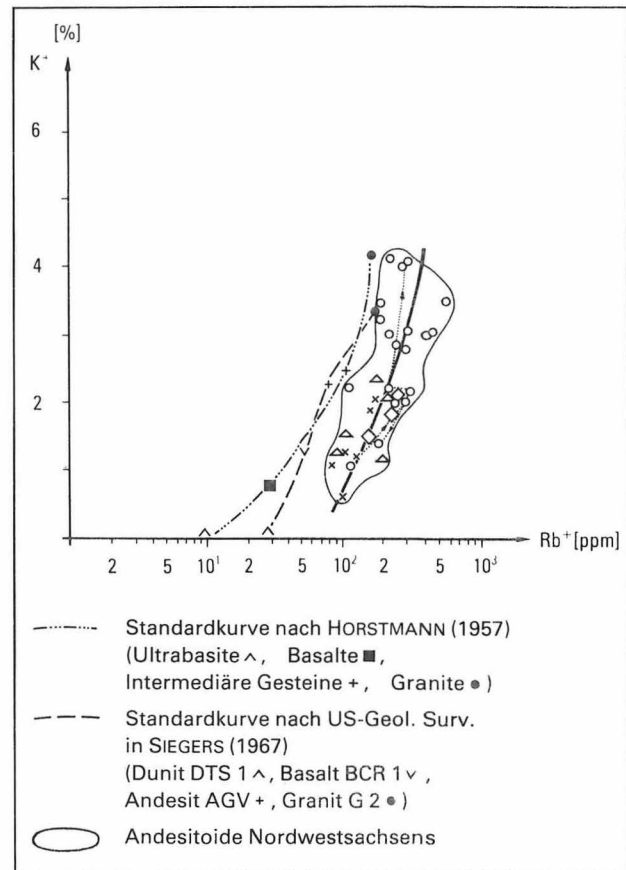


Abbildung 9
K⁺/Rb⁺-Verhältnis

Der Spurenelementchemismus weist bei den granitophilen Elementen eine Verwandtschaft mit „sauren, Ca-armen Magmatiten“ (Turekian und Wedepohl 1961) auf, bei den granitophoben liegt sie zwischen „Dioriten“ (Vinogradov 1962) und „sauren, Ca-armen Magmatiten“.

Andesitoid Typ Wildschütz:

Der Andesitoid ist überwiegend dunkelgrau bis dunkelgrüngrau gefärbt (Chloro-I-Ausbildung) und besitzt nur teilweise rötlichgrau bis violettrote Schlieren (Oxi-I-Ausbildung). Einzelne Bereiche des Gesteins sind als Mandelstein ausgebildet. Die Mandelfüllung besteht aus drei zeitlich nacheinander folgende Mineralisationen: 1. Chaledon, 2. faserig-radialstrahlige Chloritaggregate, 3. Kalzit. Als sekundäre Kluftbeläge treten Chlorit und Kalzit auf.

Die Grundmasse des Andesitoids zeigt ein semikristallin-sereal, intersertal-gerichtetes Gefüge, in das schlierig trachytisch-gerichtete Partien eingelagert sein können. Die Grundmasseplagioklas-

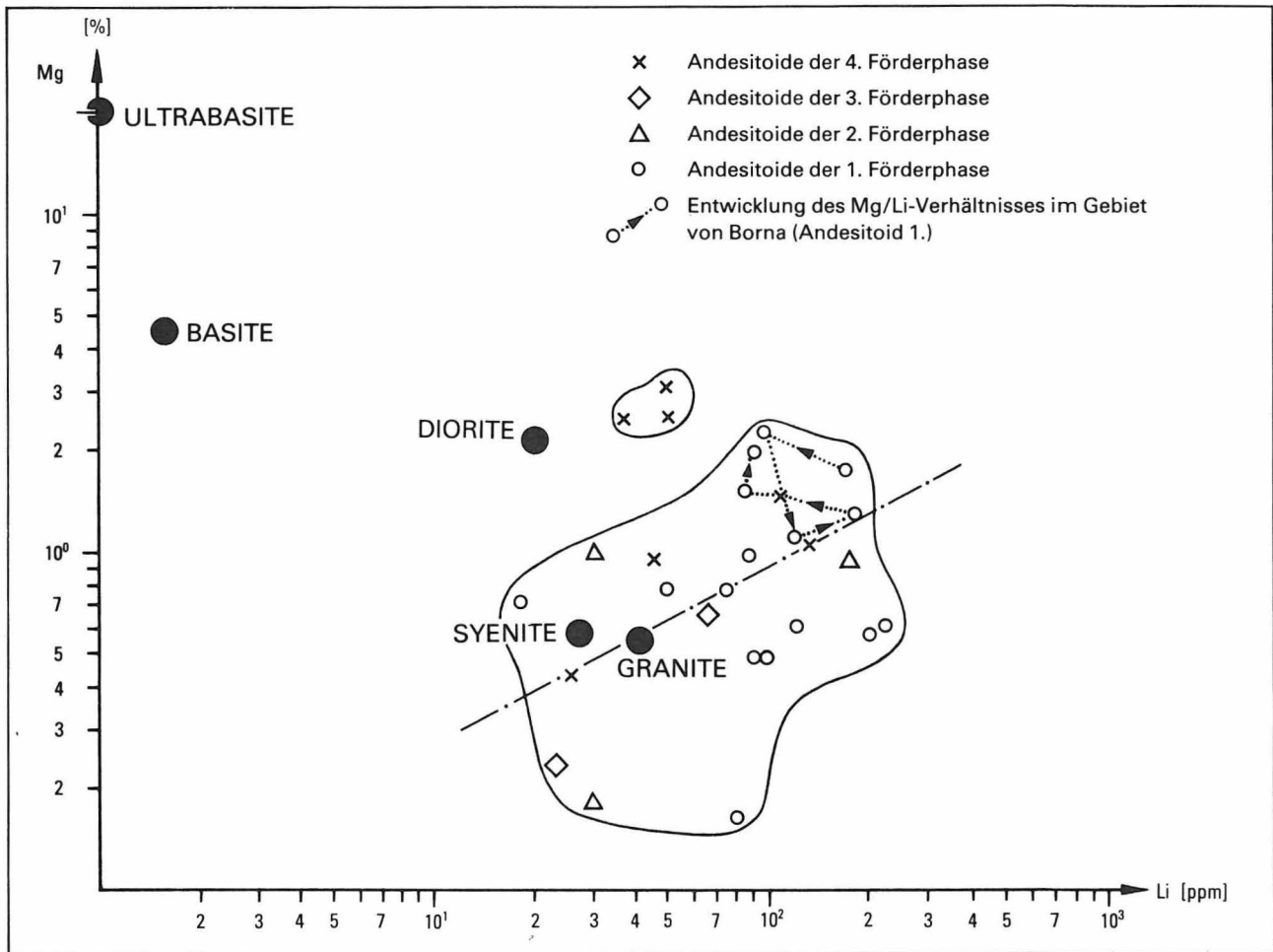


Abbildung 10
Mg²⁺/Li⁺-Verhältnis in nordwestsächsischen Andesitoiden

leisten sind meist frisch und vielfach polysynthetisch verzwillingt. Als Mesostasis können Chlorit, opakes Erz, Kalifeldspat und in geringem Umfang Quarz-Feldspatverwachsungen beobachtet werden. Die sekundäre Kalzitisierung verdrängt besonders in den oberen Profiltteilen großflächig die Grundmassesubstanz.

Als Phänokristen können polysynthetisch verzwillingte Plagioklase oder Plagioklase mit Zonarbau beobachtet werden. Einzelne Plagioklase zeigen in ihrem zentralen Bereich Entmischungen, die aus einem sphärolithisch auslöschendem Quarz-Feldspatpflaster bestehen. Als Mafite konnten nur chloritisierte Orthopyroxene gesichert nachgewiesen werden. Chloritisierte Einzelindividuen mit reliktscher Maschenstruktur könnten auf eine ursprüngliche geringe Beteiligung von Oliven hindeuten. Amphibole scheinen zu fehlen, Biotit fehlt im gesamten untersuchten Schriffmaterial.

Akzessorisch konnte Apatit und Rutil beobachtet werden. Der modale Bestand von Einsprenglingen und Grundmasse liegt von allen nordwestsächsischen Andesitoiden am dichtesten zusammen. Es handelt sich beim untersuchten Schriffmaterial um Latitandesit bzw. Andesit, dem auch die Phäno-Bestimmung – Phänoandesit – entspricht. Die beiden bauschemischen Analysen und deren Umrechnung nach der SMA-Norm bestätigen den mikroskopisch ermittelten Bestand: Latitandesit.

Der Spurenelementismus zeigt ein Annähern der Verteilungskurve der granitophilen Elemente an „saure, Ca-arme Magmatite (TUREKIAN und WEDEPOHL 1961) und „Diorite“ (VINOGRADOV 1962), der granitophoben Elemente dagegen an „Diorite“ (VINOGRADOV 1962) und an die „Clarke-Werte der Erdkruste“ (TAYLOR 1964).

Trotz der deutlichen Verwandtschaft, die zur oberen Kruste deutlich wird, handelt es sich beim

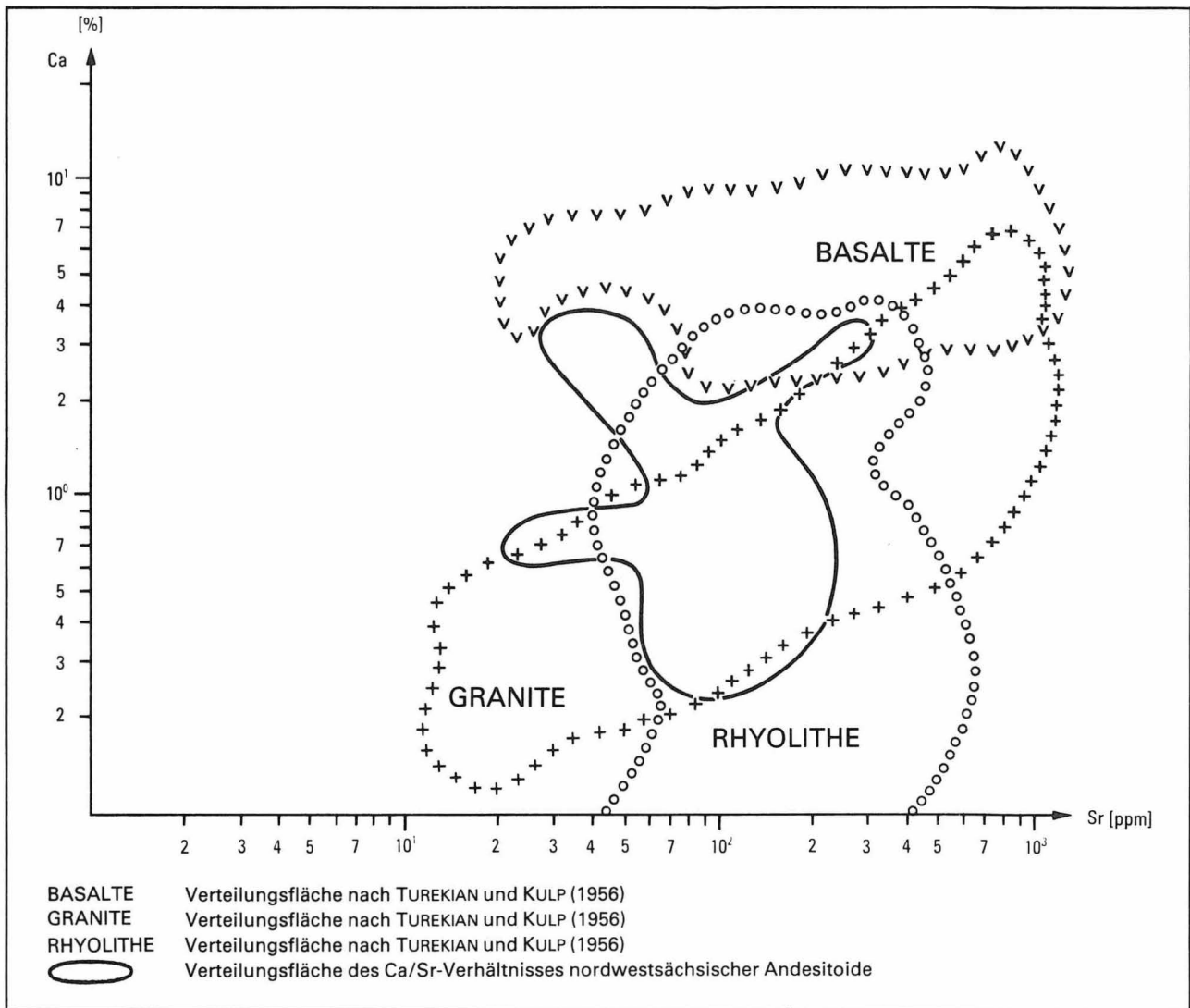


Abbildung 11
Ca²⁺/Sr²⁺-Verhältnis

Andesitoid Typ Wildschütz um das basischste Glied im Nordwestsächsischen Vulkanitkomplex. Es ist möglich, daß eine hybride Beeinflussung durch Teile der Basaltschicht erfolgt sein kann.

5.

Stoffliche, zeitliche und räumliche Zusammenhänge der Andesitoide

Die petrographischen und petrochemischen Untersuchungsergebnisse gestatten folgende zusammenfassende Darstellung des andesitoiden Vulkanismus im Nordwestsächsischen Vulkanitkomplex:

1. Räumlich scheint die andesitoide Tätigkeit in ihrer Anfangs- und Haupttätigkeit im südwestlichen Vulkanitkomplex konzentriert gewesen zu sein. Die darauffolgende Entwicklung richtete sich, vorerst noch auf den Südteil beschränkt, nordostwärts. Darauf folgend treten Andesitoide hauptsächlich im Nordteil des Vulkanitkomplexes auf.

2. Die Andesitoide entwickeln sich von den älteren zu den jüngeren Förderphasen von deutlich undifferenzierten (starke Diskrepanz Grundmassemodalbestand/Einsprenglingsmodalbestand) nach differenzierten Vulkaniten und Subvulkaniten (geringe Modalbestandsdiskrepanz). Die starke Beteiligung von Biotit, insbesondere Biotit-II-Neuspaltungen, bei den älteren Andesitoiden deutet auf eine Magmengenese „nasser“ vulkani-

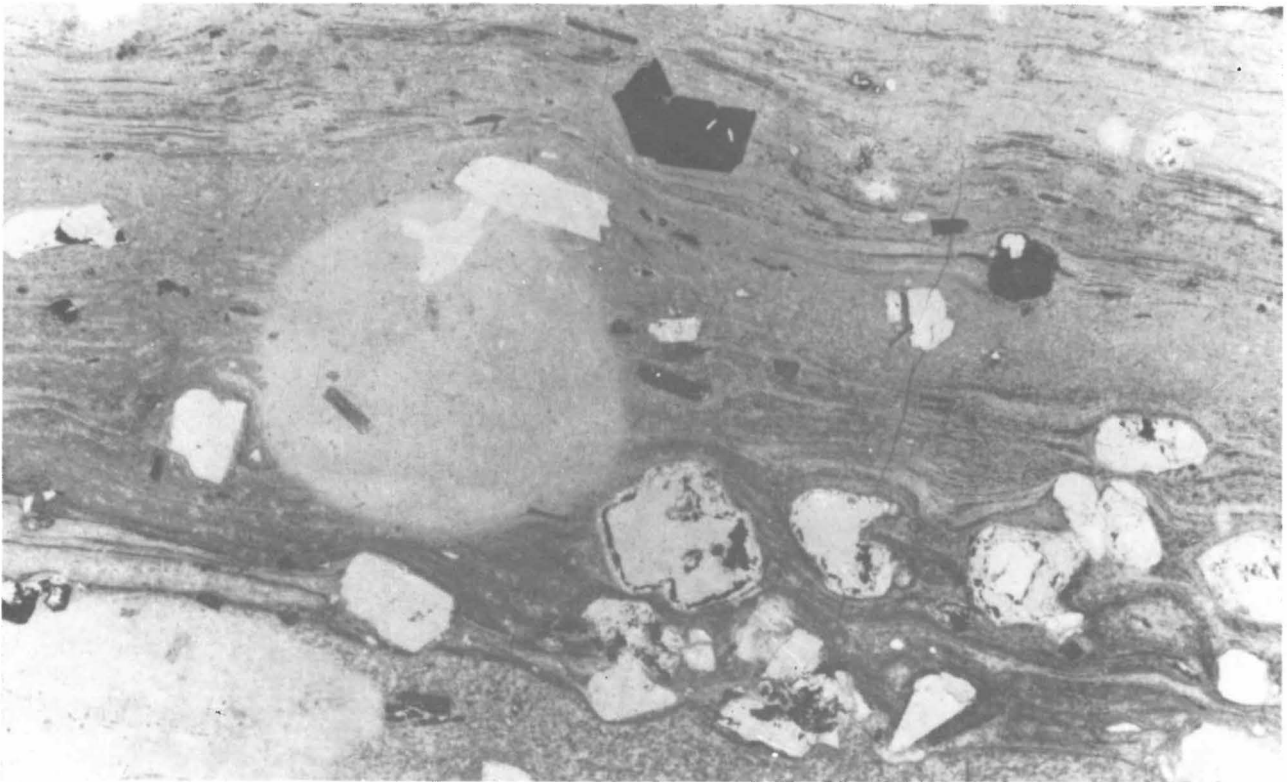
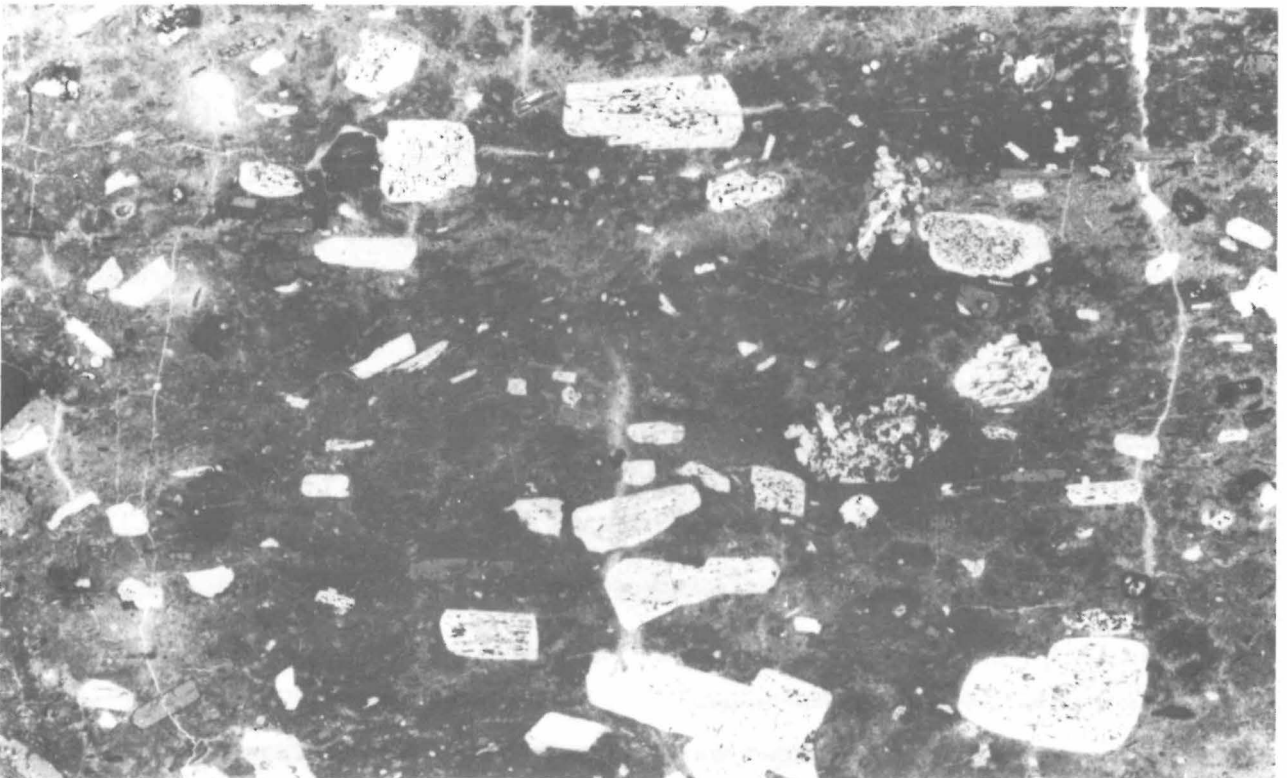


Photo 1a
Andesitoide Nordwestsachsens, Lavatypen (Photo GLÄSSER)
Liquationstexturierte (fluidale) Laven; Windischleuba

3 mm

Photo 1b
Andesitoide Nordwestsachsens, Lavatypen (Photo GLÄSSER)
Fluidale Lava mit partikulärer Auflösung höherviskoser
(heller) Fließbahnen; Gmandstein

3 mm



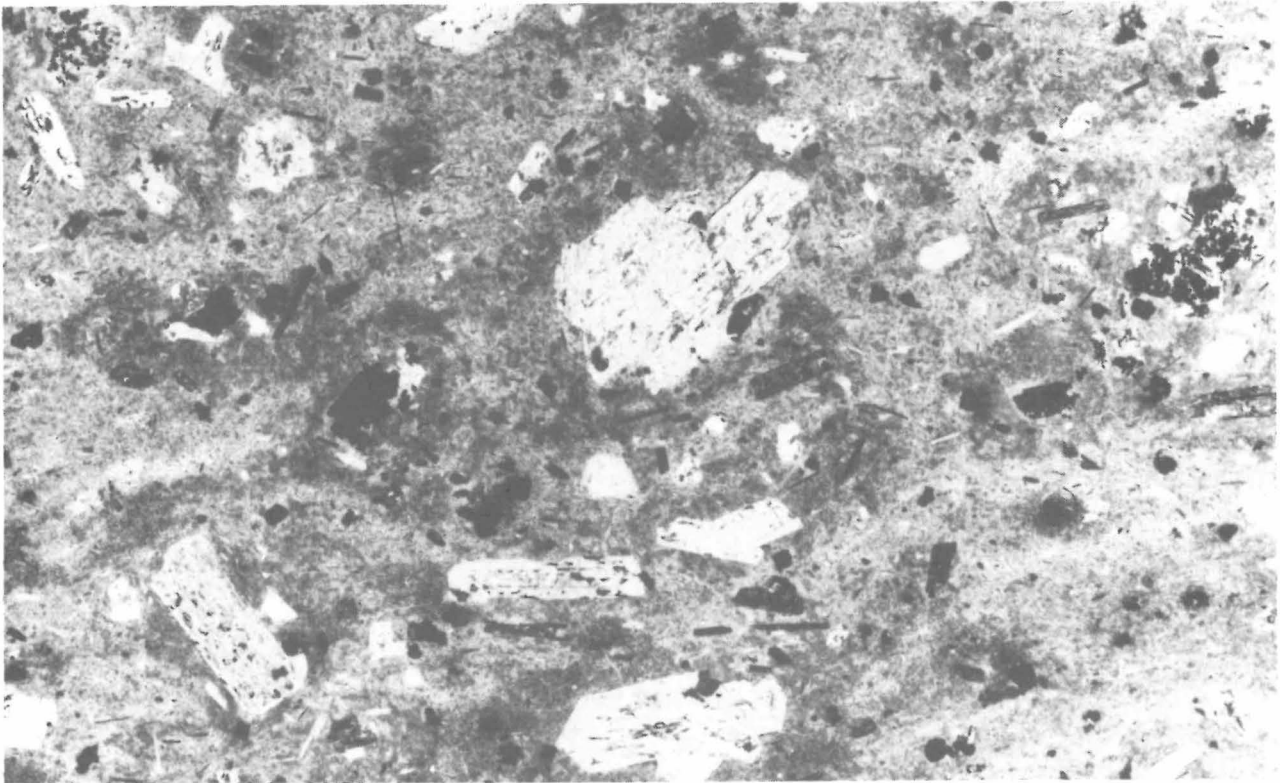


Photo 1c

Andesitoide Nordwestsachsens, Lavatypen (Photo GLÄSSER)

Fluidale Lava mit nebulöser Auflösung von Fließbahnen und marginaler Anschmelzung der Partikel (verschmolzene mikrolithische Klastolava); Windischleuba

3 mm

Photo 1d

Andesitoide Nordwestsachsens, Lavatypen (Photo GLÄSSER)

Fluidale Lava mit nebulöser Auflösung von Fließbahnen ohne marginale Anschmelzung der Partikel (unverschmolzene mikrolithische Klastolava); Bohrung bei Groitzsch

3 mm

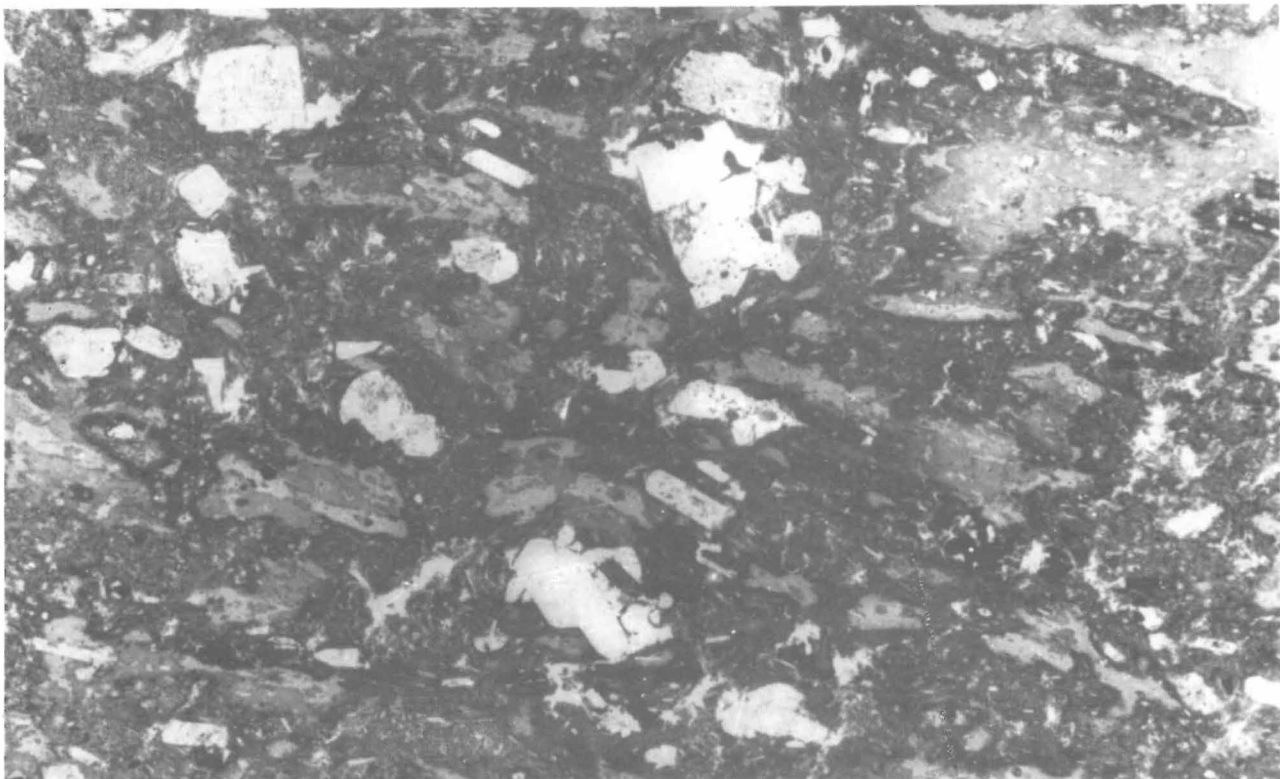




Photo 1e
Andesitoide Nordwestsachsens,
Lavatypen
(Photo GLÄSSER)
Massige Lava
(mit beginnender
autoklastischer Rißbildung);
Altenburg

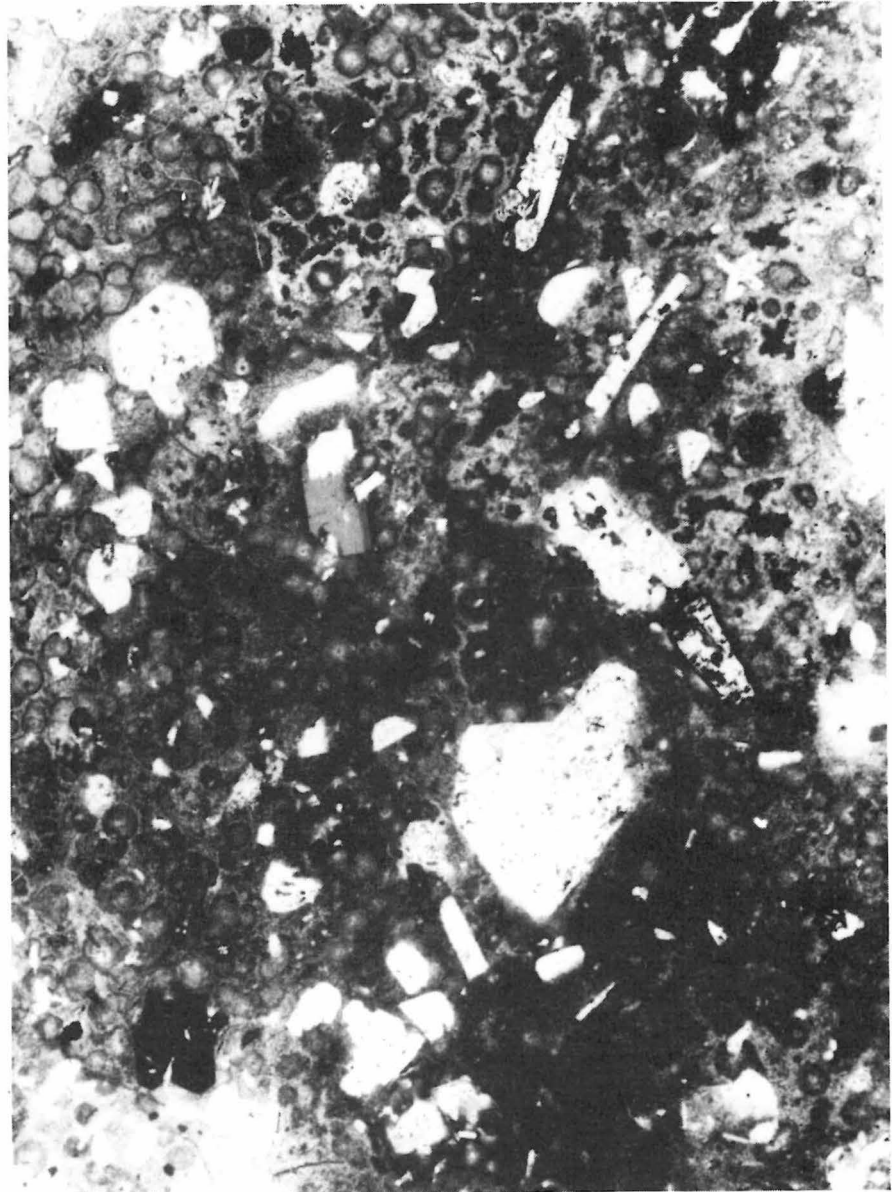
3 mm

scher Fazies (RITTMANN 1973) hin. Der dadurch vorhandene hohe Wasserdruck des Magmas führte zu einer starken autohydratationsmetamorphen Überprägung der Andesitoide. Das völlige Fehlen des Biotits bei den jüngsten Andesitoiden weist auf eine Magmengeneese unter stark reduziertem Wasserdruck hin, die den Verhältnissen einer „trockenen“ vulkanischen Fazies entspricht. Die Autohydratationsmetamorphose wirkte deshalb auch wesentlich geringer.

Die Auswertung des Bausch- und Spurenelementchemismus zeigt – trotz teilweise erheblicher Gesteinsumwandlungen – einen lückenlosen Zusammenhang der Andesitoide. Während diejenigen der

ersten Förderphase intermediär (Synklinalposition) bis sauer (Antiklinalflankenposition) zusammengesetzt sind, nehmen die Andesitoide der zweiten und dritten Förderphase eine überwiegend intermediäre Position ein, die der Finalgruppe schließlich einen intermediär bis basischen Chemismus an. Dieser grozyklischen Entwicklung konform verläuft sowohl die Reduzierung von SiO₂ als auch die massenmige Beteiligung der Andesitoide im Gesamtkomplex. Während initial die undifferenzierten andesitoiden Vulkanite nahezu komplexbildend auftreten (Altenburg-Regiser Vulkankomplex), nimmt ihre Bedeutung im Verlauf der Entwicklung des gesamt-

Photo 1f
 Andesitoide Nordwestsachsens,
 Lavatypen
 (Photo GLÄSSER)
 Massige Lava
 mit pseudo-oolithischer
 (durch Fe_2O_3 -Anreicherung erzeugt)
 Grundmassestruktur;
 Bohrung bei Groitzsch



3 mm

ten Nordwestsächsischen Vulkanitkomplexes deutlich ab.

Die jüngsten sind nur noch auf sehr kleine, meist gangförmige Vorkommen beschränkt. Die genannten Erscheinungen weisen auf eine einheitliche anatektische, sialisch-palingene Schmelze hin. Gestützt wird diese Feststellung durch die in allen Andesitoiden auftretenden xenoblastischen Glomeroblasten, deren Erscheinungsbild einer „Mixed Facies“ (RITTMANN 1973) übereinstimmend entspricht. Allein beim Andesitoid Typ Wildschütz besteht die Möglichkeit einer schwachen Hybridisation mit Differentiaten der Basaltschicht.

3. Stofflich konkret lassen sich die andesitoiden Vulkanite folgendermaßen charakterisieren:

Sie sind typische Al_2O_3 -reiche Alkaligesteine. Die Anreicherung lithophiler Elemente (SZADÉCZKY-KARDOSS 1959) ist deutlich vorhanden. Die alk/al-Charakteristik nach NIGGLI in BURRI (1959) definiert die Gesteine als überwiegend „intermediär alkalisch“ bis „relativ alkalireich“. Das fm/al-Verhältnis (NIGGLI und BURRI 1959) ist überwiegend „salisch“ bis „isofal“, das der 3. und 4. Förderphase „salisch“ bis „semifemisch“.

Der Sippencharakter (RITTMANN 1952, 1960, 1973) läßt eine Entwicklung von pazifisch nach mediterran erkennen. Beim Andesitoid Typ Wild-

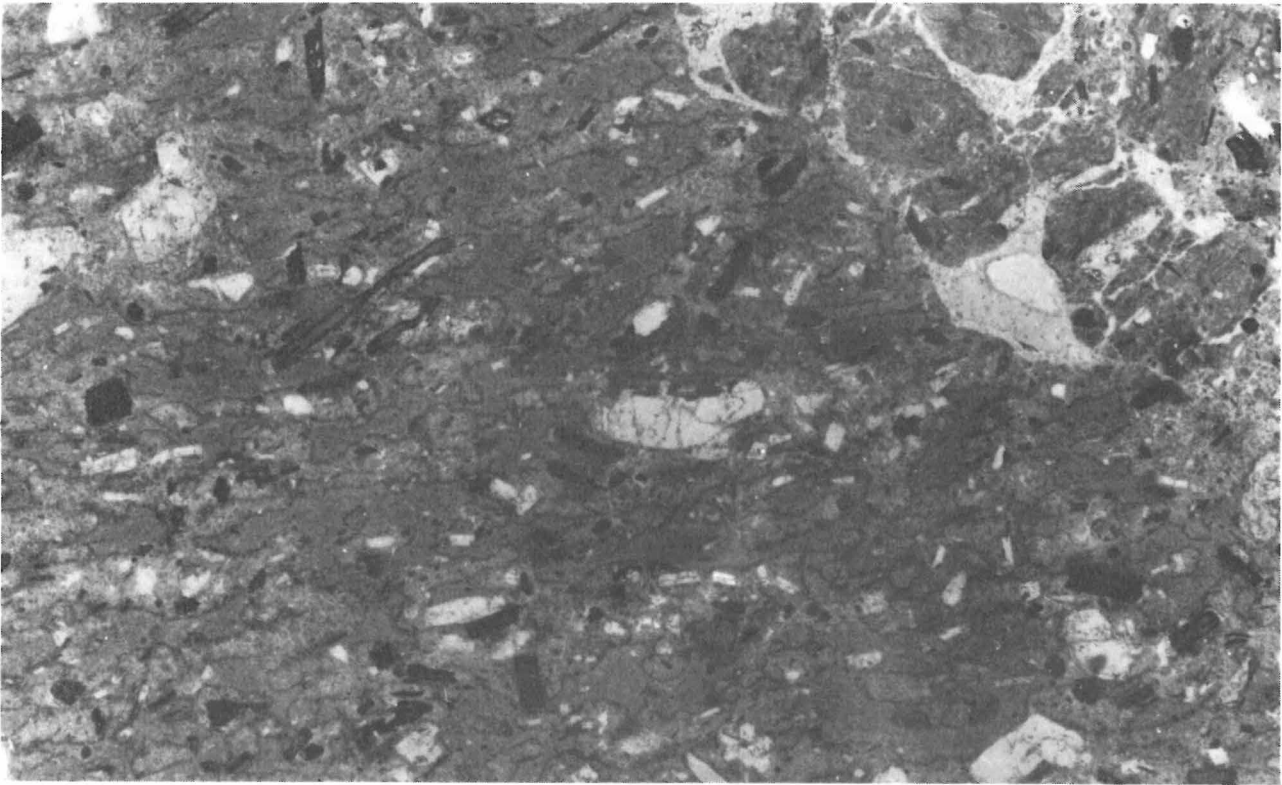


Photo 2a

Andesitoide Nordwestsachsens, Lavatypen (Photo GLÄSSER)

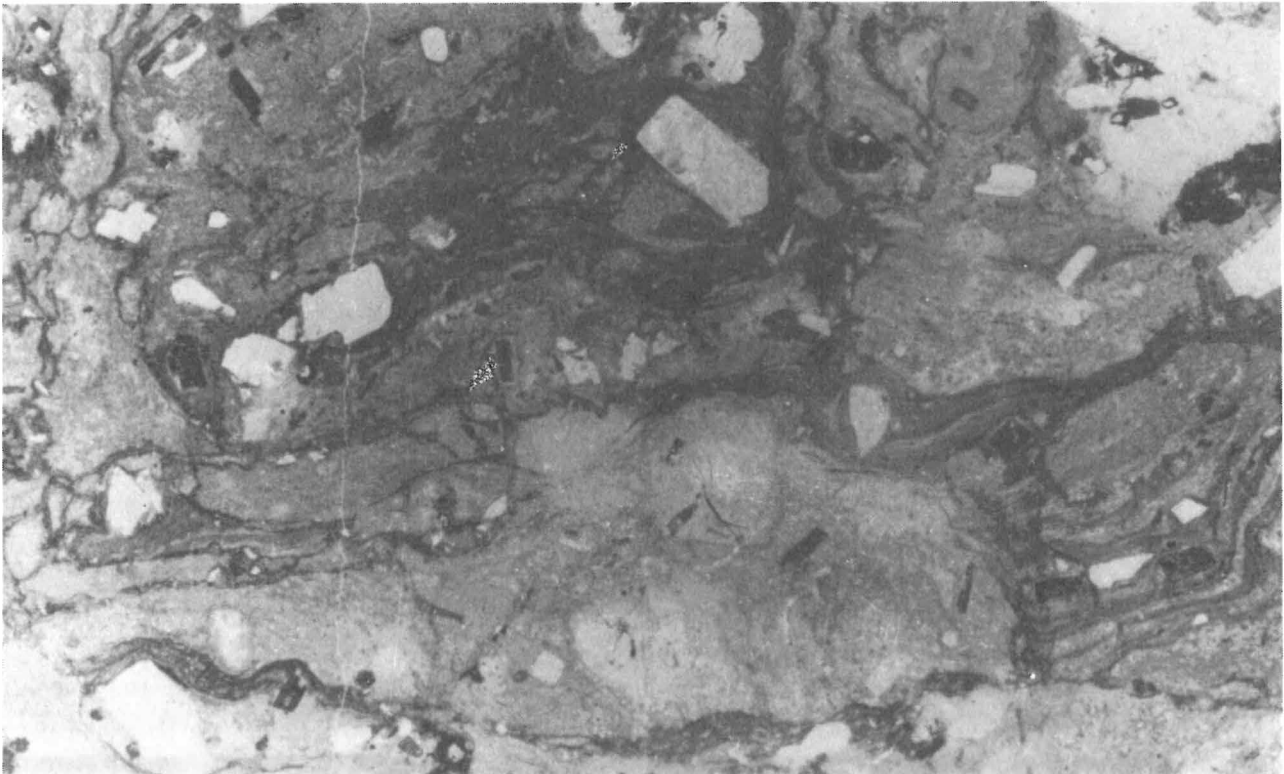
Fluidale Lava mit nebulöser, unverschmolzener Auflösung von Fließbahnen wird von beginnender jüngerer metalithischer Klastolavabildung überprägt (polymorphe Klastolava); Kohren

3 mm

Photo 2b

Andesitoide Nordwestsachsens, Lavatypen (Photo GLÄSSER) Mikro- bis metalithische Klastolava; massive Lava wird von nachdränger fluidaler Lava umschlossen; Windischleuba

3 mm



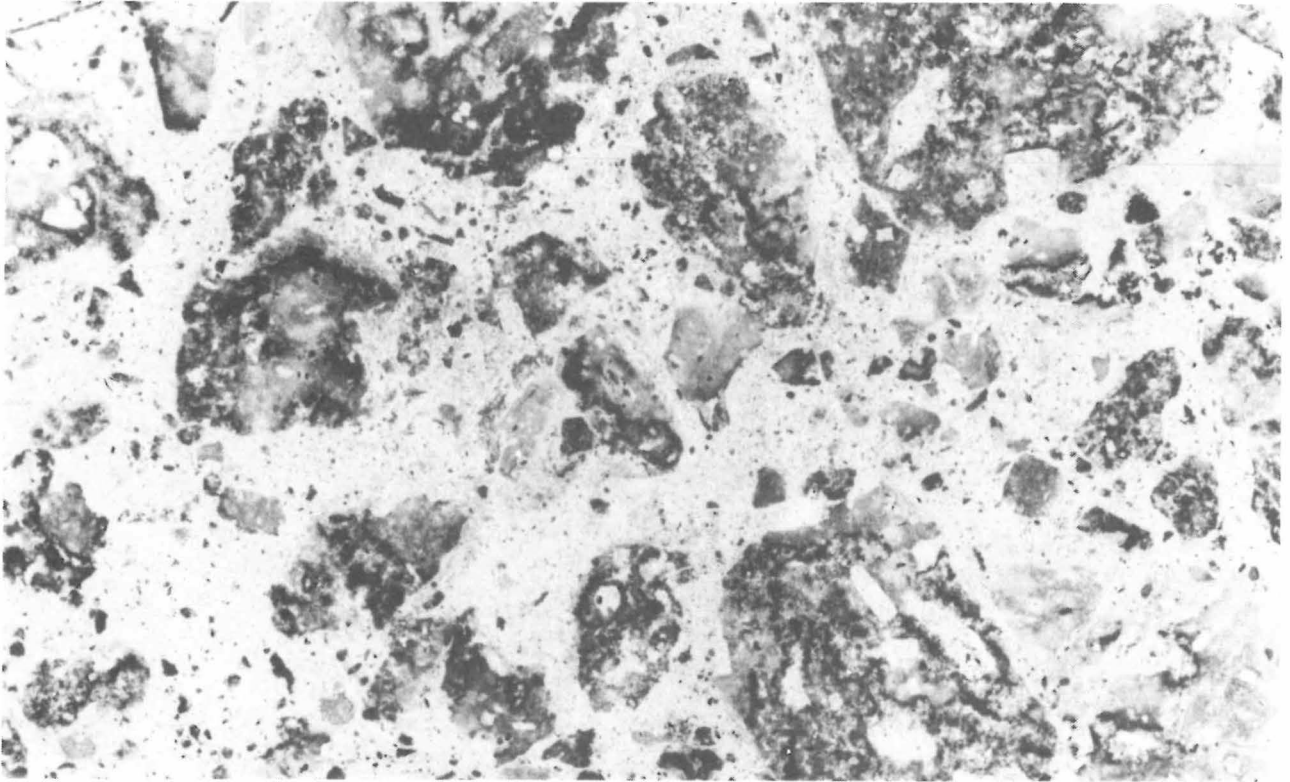


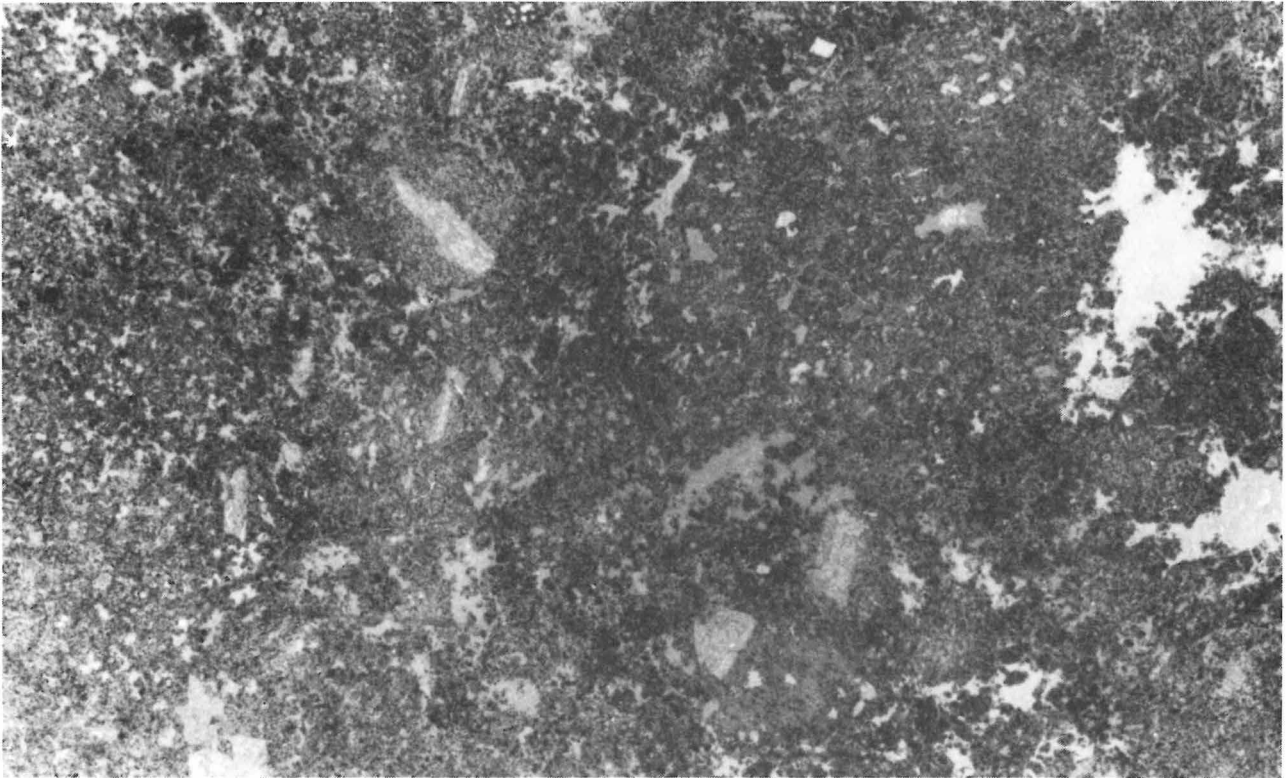
Photo 2c
Andesitoide Nordwestsachsens, Lavatypen (Photo GLÄSSER)
Klastolava; fluidale Lava wird von saurer, massiger Lava umschlossen; Zunschwitz

3 mm

Photo 2d
Andesitoide Nordwestsachsens, Lavatypen (Photo GLÄSSER)
Fluidale Lava mit schlackigen Fließbahnen; Windischleuba

3 mm



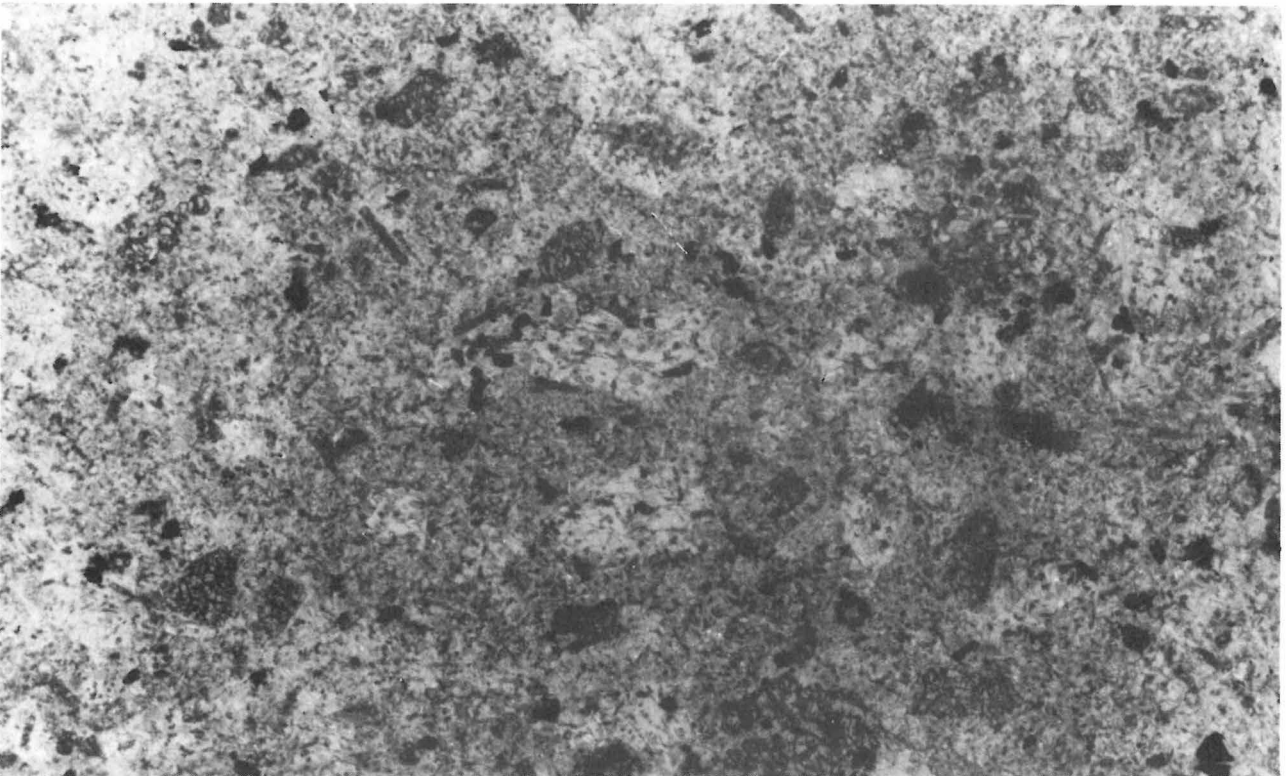


3 mm

Photo 2e
Andesitoide Nordwestsachsens, Lavatypen (Photo GLÄSSER)
Schlackige Lava; Bohrung Wildschütz

3 mm

Photo 2f
Andesitoide Nordwestsachsens, Lavatypen (Photo GLÄSSER)
Subvulkanisch erstarrter Andesitoid; Bohrung Altenhain



Lagerungsbeziehungen	Stoffliche Zyklizität		Großzyklus
	Kleinzzyklus	Mittelzyklus	
entmischte Gänge ANDESITOIDE (4.) reine Andesitoide (Altenhain . . . , Ganzig, Wildschütz)	2. saure Diff. 1. basische Diff. basisch	sauer / basisch ↑ basisch	Nur auf Andesitoide bezogen! ↑ basisch ↑ stark differenziertes Magma ↑ „trockene“ vulkanische Fazies ↑ geringe ↑ intermediär bis sauer ↑ gering differenziertes Magma ↑ „nasse“ vulkanische Fazies ↑ große ↑ Massenbeteiligung der Andesitoide am Gesamtvulkanismus
Subvulkanite (Pyroxengranitporphyr) IGNIMBRIT III (Pyroxenquarzporphyr Typ Wurzen) ?Rhyolithlaven (Hainichen) ANDESITOIDE (3.) (Nordrandzone, Xenolithe im Pyroxenquarzporphyr)	indifferent sauer ← basisch ← sauer sauer intermediär	sauer ↑ schwankend ↑ intermediär	
Rhyolithlaven (Typen Wildschütz, Kuhberg, Sachsendorf, Kemmlitz) (Saalhausener Schichten) IGNIMBRIT II (Typen Meltewitz, Oschatz, Wermisdorf, Schildau, Schöna, Dornreichenbach) (Lonnewitzer Schichten nach ZIEBELL 1974) ANDESITOIDE (2.) (Typ Oschatz 2) (Salbitzer Schichten nach ZIEBELL 1974)	indifferent sauer ← basisch ← sauer intermediär	sauer ↑ schwankend ↑ intermediär	
Subvulkanite (Typ Grimma) Rhyolithlaven (Typen Gattersburg, Neumühle, Niedersteina) IGNIMBRIT I (Typen Rochlitz, Lauterbach, Frohburg, Buchheim) Subvulkanite (Gänge im Leisniger Vulkankomplex) Dazit-, Latit- und Rhyolithlaven (Typ Leisnig) Rhyolithlaven, Subvulkanite, Schmelztuffe (Typen Remsa, Ehrenberg, Runsdorf, Modelwitz, Frauendorf, Seifersdorf) ANDESITOIDE (1.) (Typen Altenburg, Gersdorf, Zschaitz, Oschatz 1)	indifferent indifferent sauer ← basisch ← sauer indifferent sauer bis intermediär indifferent sauer ← intermediär	sauer ↑ schwankend ↑ sauer ↑ schwankend ↑ sauer ↑ sauer bis intermediär	

Tabelle 1
Entwicklung und Stellung der Andesitoide des Nordwestsächsischen Vulkanitkomplexes

schütz ist ein schwach atlantischer Einfluß zu erkennen (Abbildung 3).

Die Entwicklung des τ/SiO_2 -Verhältnisses (STEINER 1958) zeigt deutlich, daß die älteren Andesitoide höhere τ - und SiO_2 -, die jüngeren Andesitoide niedrigere τ - und SiO_2 -Werte besitzen. Die Werte von Tholeiiten werden nie erreicht.

Das gleiche Ergebnis erbrachte die Korrelation von $\log \tau / \log \sigma$ nach GOTTINI (in RITTMANN 1973).

Die vektorielle Darstellung der Zahlencharakteristika nach ZAVARICKIJ (1954) widerspiegelt lückenlos den stofflichen Zusammenhang aller nordwestsächsischen Andesitoide. Die Entwick-

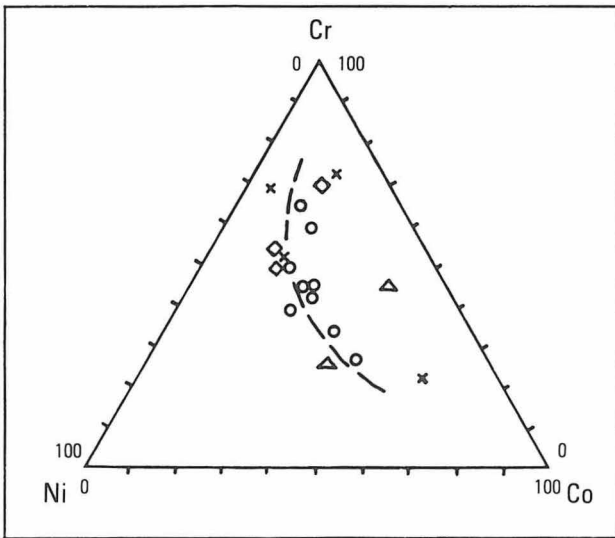
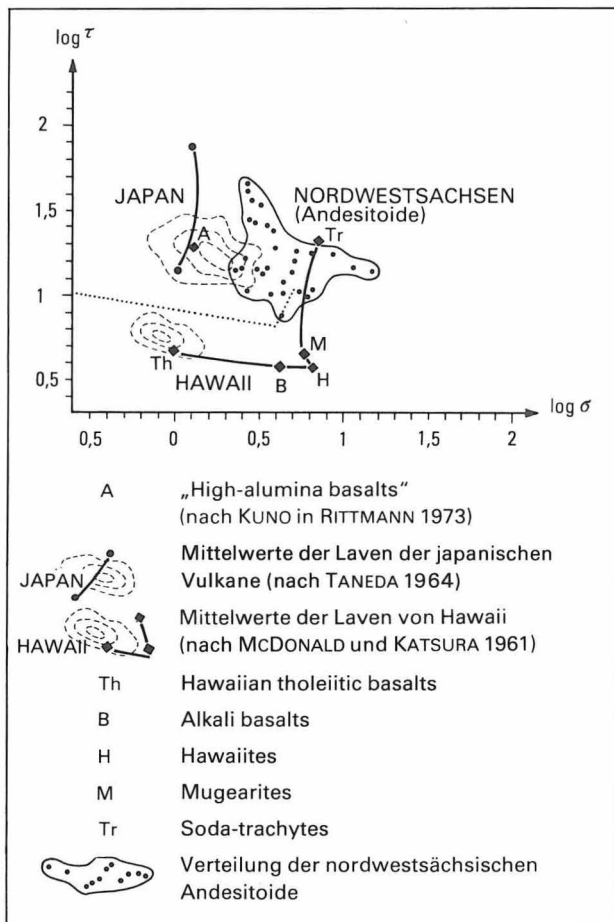


Abbildung 12
Beziehungen der granitophoben Spurenelemente
Ni-Cr-Co

Abbildung 13
 $\log \sigma / \log \tau$ -Korrelation nach GOTTINI in RITTMANN (1970, 1973)



lungsreihe kann mit der des Yogo Peak und Lassen Peak (ZAVARICKIJ 1954) verglichen werden (Abbildung 8).

Die Verhältnisse sich diadoch vertretender Haupt- und Spurenelemente sind ebenfalls wesentliche Indikatoren der Magmengenese, da ihr Verhältnis auch bei sekundärer Gesteinsveränderung \pm erhalten bleibt (SIEGERS 1967). Die geeigneten Verhältnisse sind K^+/Rb^+ (HORSTMAN 1957) (Abbildung 9), Mg^{2+}/Li^+ (HORSTMAN 1957; Abbildung 10) und Ca^{2+}/Sr^{2+} (TUREKIAN und KULP 1956; Abbildung 11). Diese Verhältnisse bestätigen die petrographischen und bauschemischen Tendenzen und zeigen deutlich den primär sauren bis intermediären Charakter der andesitoiden Schmelzen in Nordwestsachsen. Diese sind durch hohen Rb^+ -, Sr^{2+} - und Li^+ -Reichtum gekennzeichnet. Die Entwicklung der granitophoben Spurenelemente Cr, Ni und Co ist nahezu lückenlos von $Co > Cr > Ni$ nach $Cr > Co \geq Ni$ (Abbildung 12). Diese Entwicklung ist nach SIEGERS (1967) nur in einem gemeinsamen Magmenherd möglich.

Tabelle 1 soll die Entwicklung und Stellung der Andesitoide des Nordwestsächsischen Vulkanitkomplexes zusammenfassen.

Literatur

AMBRONN, C.:

Die geologischen Verhältnisse und die chemische Zusammensetzung der Pyroxenquarzporphyre und der Pyroxengranitporphyre im Leipziger Kreise. — Leipzig: Dissertation, 1907.

ANNEGG, M.:

Geologische Untersuchungen im Porphyrgbiet von Grimma (Sachsen) unter besonderer Berücksichtigung des Grimmaer Quarzporphyrs. — Halle: Diplomarbeit, 1967.

—: Zur Petrographie und Vulkanotektonik des Grimmaer Quarzporphyrs im Nordwestsächsischen Vulkanitkomplex. — In: Wiss. Zeitschr. Universität Halle. — XIX (1970), 4, S. 79...86.

BURRI, S.:

Petrochemische Berechnungsmethoden auf äquivalenter Grundlage. — Basel; Stuttgart: 1959.

- EBERT, H.:
Subkrustale Glieder der Charnockit-Familie in Nordwestsachsen. — In: *Geologie*. — Berlin. — 17 (1968), 9, S. 1 031...1 050.
- EIGENFELD, F.:
Vulkanotektonische und petrographische Untersuchungen im Rochlitzer Quarzporphyrkomplex Nordwestsachsens (Gebiet Grimma — Großbothen — Colditz). — Halle: Diplomarbeit, 1968.
—: Zur geologischen Entwicklung der vulkanischen Gesteine im Süd- und Ostteil des Nordwestsächsischen Vulkanitkomplexes. — Halle: Dissertation A, 1978.
- EIGENFELD, F., und M. SCHWAB:
Zur geotektonischen Stellung des permosilesischen subsequenten Vulkanismus in Mitteleuropa. — In: *Zeitschr. geol. Wiss.*, — Berlin. — 2 (1974), 2, S. 115...137.
- EISSMANN, L.:
Überblick über neue Tiefbohrerergebnisse im paläozoischen und älteren Untergrund in Nordwestsachsen. — In: *Abh. u. Ber. Naturkd. Mus. „Mauritianum“ Altenburg*. — 5 (1967), S. 47...66.
—: *Geologie des Bezirkes Leipzig*. — *Natura regionis Lipsiensis*. — Leipzig. — 1/2 (1970).
- ENGERT, P.:
Der prätertiäre Untergrund von Nordwestsachsen und seine Tektonik. — In: *Ber. Geol. Ges. DDR*. — Berlin. — 2 (1957), 3, S. 165...176.
- FISCHER, I.:
Geologische Untersuchungen am Kernmaterial der Bohrung Meltewitz 1/66. — Halle: Diplomarbeit, 1968.
- GLÄSSER, W.:
Beitrag zur Petrologie, Vulkanotektonik und Vulkanologie der andesitoiden Vulkanite Nordwestsachsens. — Halle: Dissertation A, 1977.
- GREEN, J., und N. M. SHORT:
Volcanic landforms and surface features. — Berlin [West]; Heidelberg; New York: 1971.
- HÄRTEL, F.:
Erläuterungen zur Geologischen Karte von Sachsen 1:25 000, Nr. 31, Blatt Stauchitz, II. Aufl. — Leipzig 1932.
- HOPPE, G., und M. SCHWAB:
Zirkone aus Gesteinen des mitteldeutschen Permokarbons, I. Zirkone aus Sedimenten der Umgebung von Wettin (Hallescher Permokarbonkomplex). — In: *Geologie*. — Berlin. — 13 (1964), 9, S. 1 059...1 079.
- HORSTMAN, E. L.:
The distribution of Li, Rb and Cs in Igneous and sedimentary rocks. — In: *Geochim. et Cosmochim.* — (1957), Acta 12, S. 1...28.
- KUHN, B.:
Vulkanotektonische und petrographische Untersuchungen im Rochlitzer Quarzporphyrkomplex Nordwestsachsens (Gebiet Bad Lausick — Großbothen — Colditz). — Halle: Diplomarbeit, 1968.
- KUNO, H.:
The frequency distribution of rock types in oceanic, orogenic and cratogenic volcanic associations. — In: *Geophys. Monogr.* — 6 (1962), S. 135...139.
- LEMCKE, K.:
Tektonische und petrographische Untersuchungen am Rochlitzer Quarzporphyr. — Freiberg/Sachsen: Diplomarbeit, 1957.
- MCDONALD, G., und T. KATSURA:
Chemical composition of Hawaiian lavas. — In: *Jb. Petrol.* — 5 (1964), S. 82...133.
- PFEIFFER, L.:
Zur Darstellung von petrochemischen Parametern nach einem Vorschlag von R. G. GEVORKJAN. — In: *Zeitschr. geol. Wiss.* — Berlin. — 2 (1974), S. 645...648.
- PIETZSCH, K.:
Geologie von Sachsen. — Berlin: 1963.
- REIMANN, G.:
Vulkanotektonische Untersuchungen im Leisniger Quarzporphyrkomplex Nordwestsachsens. — Halle: Diplomarbeit, 1968.
- RINGWOOD, A. E.:
The principles governing trace element distribution during magmatic crystallisation. — In: *Geochim. et Cosmochim.* — (1955), Acta 7, S. 289...202 und 242...254.
- RITTMANN, A.:
Nomenclature of Volcanic Rocks . . . — In: *Bull. volc.*, II. — Napoli. — 12 (1952).
—: *Vulkane und ihre Tätigkeit*. — Stuttgart 1960.
—: Note to the contribution by V. GOTTINI on the „Serial character of the volcanic rocks of Pantelleria.“ — In: *Bull. volc.* — 33 (1970), S. 979...981.
—: *Stable Mineral Assemblages of igneous Rocks*. — Berlin [West]; Heidelberg; New York: 1973.
- RÖLLIG, G.:
Tektonische und petrographische Untersuchungen im Nordostteil des Nordwestsächsischen Porphyrokompleses. — In: *Herzynia*. — Halle. — 2 (1965), S. 203...217.
—: Beiträge zur Petrogenese und Vulkanotektonik der Pyroxenquarzporphyre Nordwestsachsens. — Halle: Dissertation, 1969.
—: Zur Petrogenese und Vulkanotektonik der Pyroxenquarzporphyre (Ignimbrite) des nordsächsischen Vulkanitkomplexes. — In: *Jb. Geol.* — Berlin. — 5/6 (1976), S. 175...268.

- SÄRCHINGER, H., und P. BÖHME:
Über eine Natursteinerkundung mit Bohrungen und geophysikalischen Messungen in NW-Sachsen. — In: Zeitschr. angew. Geol. — Berlin. — 9 (1963), S. 365...372.
- SÄRCHINGER, H., und J. WASTERNAK:
Die Eruptivgesteine im nördlichen Teil des nordwestsächsischen Vulkanitgebietes und ihre geologische Problematik in Verbindung mit geophysikalischen Untersuchungsergebnissen. — In: Geol. Ges. DDR, Exkursionsführer zur 10. Jahrestagung. — Berlin. — (1963), S. 197...212.
- SCHUBERT, C.:
Geologisch-geophysikalische Untersuchungen an zwei Porphyrbohrungen in Nordwestsachsen. — Halle: Diplomarbeit, 1967.
- SIEGERS, A.:
Spurenelemente in permischen Magmatiten des Saar-Nahe-Gebietes als Hilfsmittel zur Lösung von stratigraphischen und genetischen Fragen. — Berlin [West]: Dissertation D 83, 1967.
- STRECKEISEN, A.:
Die Klassifikation der Eruptivgesteine. — In: Geol. Rundschau. — Stuttgart. — 55 (1966), S. 478...491.
- STRUNZ, H.:
Mineralogische Tabellen. — Leipzig: 1970.
- SZADECZKY-KARDOSS, E.:
Über Migrationserscheinungen magmatischer und metamorpher Gesteinsbildungsprozesse. — In: Freib. Forschungsh. — Berlin. — C 58 (1959), S. 66...91.
- TAYLOR, S. R.:
Abundance of Chemical Elements in the Continental Crust. — a new Table. — In: Geochim. et Cosmochim. — (1964), Acta 28, S. 1 273...1 285.
- TUREKIAN, K. K., und J. L. KULP:
The geochemistry of Sr. — In: Geochim. et Cosmochim. — (1956), Acta 10, S. 245...296.
- TUREKIAN, K. K., und K. H. WEDEPOHL:
Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. — In: Geol. Soc. Amer. Bull. — 72 (1961), S. 175...192.
- WALGER, E.:
Über die postmagmatischen Umwandlungserscheinungen an den Melaphyren des Pfälzer Berglandes. — Freiburg/Breisgau: Dissertation, 1958.
- WILSDORF, E.:
Beitrag zur Kenntnis des Leisniger Porphyrkomplexes unter besonderer Berücksichtigung der Verwitterungsformen. — Halle: Diplomarbeit, 1963.
- ZAVARICKIJ, A. N.:
Einführung in die Petrochemie der Eruptivgesteine. — Berlin: 1954.
- ZIEBELL, J.:
Zur Metallogenie des sedimentären Permosiles in Nordwestsachsen. — Freiberg/Sachsen: Dissertation A, 1974.