

## UNTERPANNONISCHER VULKANISMUS DER BECKENGEBIETE UNGARNS

von

ENDRE BALÁZS—ANDRÁS NUSSZER

### Einleitung

Die unterpannonischen Ablagerungen der grossen ungarischen Neogendepressionen werden seit beinahe fünfzig Jahren durch die Kohlenwasserstoffprospektion in beträchtlicher Menge zutage gefördert, jedoch ist es erst in den vergangenen Jahren gelungen, einen synsedimentären Vulkanismus eindeutig nachzuweisen. Die Vulkanite Transdanubiens und die der Grossen Ungarischen Tiefebene unterscheiden sich sowohl im Charakter als auch in ihrer Genetik voneinander.

Die pannonischen Vulkanite der Grossen Ungarischen Tiefebene wurden zum ersten Mal von B. CSEREPES-MESZÉNA erkannt, dann von A. NUSSZER ausführlich petrographisch untersucht, während der Bearbeiter der transdanubischen Vulkanite E. BALÁZS war. K. BALOGH hat an mehreren Proben aus beiden Gebieten radiometrische Altersbestimmungen mit der K/Ar-Methode durchgeführt.

### Unterpannonischer Vulkanismus der Grossen Ungarischen Tiefebene

Auf der Grossen Ungarischen Tiefebene sind uns bisher Basaltgesteine — die dem Unterpannon zugeschrieben werden können — dank der Prospektionsbohrungen auf Erdöl und Erdgas im Donau—Theiss-Zwischenstromland bekannt geworden. Diese kommen zumeist in der südlichen Hälfte des Gebietes, in der Nähe von Kecel, Szank, Bordány, Kiskunhalas, Üllés, Sándorfalva, Ruzsa und Pusztamér ges vor. In jüngster Zeit wurden sie sogar viel weiter nach N, auch bei Nagykörű angetroffen (Abb. 1).

### Stratigraphische Verhältnisse und allgemeine Charakterisierung

Die mächtigste und am weitesten verbreitete vulkanische Serie wurde bei Kecel angestossen. Der vollkommen durchbohrte Komplex von einer Gesamtmächtigkeit von mehr als 600 m besteht hauptsächlich aus Pyroklastiten, die stellenweise von Basaltlavabänken gegliedert sind (stratovulkanische Struktur). Der untere Abschnitt der Serie besteht aus einer Wechsellagerung von unterpannonischen bräunlichgrauen Kalkmergeln, Sandsteinen sowie Basalttuffen. An ihrer Basis sind unmittelbar mittelmiozäne sedimentäre Ablagerungen zu finden. Den vulkanischen Komplex haben die einzelnen Bohrungen in folgender Mächtigkeit durchteuft: Bohrung Kecel 1.: 540 m; Kecel 2.: 616 m; Kecel 3.: 120 m; Kecel 4.: 559 m. In den sog. bräunlichgrauen Kalkmergelhorizont an der tiefsten Basis der unterpannonischen sedimentären Abfolge

ist das 47 m mächtige Basaltagglomerat der Bohrung Pusztamérge-NW eingeschaltet. Die Pyroklastite der Bohrungen Ruzsa 4., Sándorfalva 1. und Bordány 2., die bei 174,44 und 139 m unterhalb der unterpannonischen sedimentären Abfolge durchteuft wurden, lagern auf der Oberfläche des mittelmiozänen Komplexes. Die Basaltlavagesteine der Bohrung Üllés 28. treten als Gänge innerhalb mittelmiozäner Sedimentgesteine, teils als Basaltbänke (Körper) an der Oberfläche des mittelmiozänen Komplexes auf. Das an der Oberfläche des mittelmiozänen Komplexes lagernde Lavagesteinskörper führt unterpannonische, bräunlichgraue Kalkmergeleinschlüsse und diese Kalkmergeleinschlüsse enthalten selbst pyroklastisches Material. Es ist zu vermuten, dass die ergossene Lava auch das teilweise konsolidierte Sediment des Seebodens „einverleibte“ und dass die Einschlüsse demzufolge entstanden sind. Die Lavagesteine der Bohrung Nagykorú 11. (45 m mächtig), der Bohrung Szank 108. (ein paar cm?) und der Bohrung Kiskunhalas-Ny 3. (2 m) liegen in mittelmiozänen bzw. unterpannonischen Sedimentgesteinen.

Von den Vulkaniten, die nachweislich gleichaltrig mit den Sedimentgesteinen an der Basis des Unterpannons sind (Kecel, Üllés, Pusztamérge), konnte bisher allein bei Kecel das Alter des Vulkanismus aufgrund der Fossilführung der sedimentären Schichten genau festgestellt werden: oberer Teil des Unterpannons. Aus den über den Vulkaniten lagernden bzw. damit wechsellagernden Sedimentgesteinen sind folgende Fossilien zum Vorschein gekommen:

*Congeria czjzeki* M. HÖRN, *Congeria* sp., *Limnocardium abichi* R. H. var., *L. cf. abichi* R. H., *L. desertum* STOL., *L. cf. desertum* STOL., *L. triangul. costatum* MAL., *Limnocardium* sp., *Amplocypris* sp., *Candona (Pontoniella) acuminata* ZALÁNYI, *C. (Bacunella)* sp., *C. (Pontoniella) sagittosa* KRSTIĆ, *Candona (Camptocypris)* sp., *Cyprideis* ex gr. *macrostigma* KOLLMANN, *C. heterostigma obesa* REUSS, *Hemicytheria pejinovicensis* (ZALÁNYI), *Hemicytheria* sp., *Leptocythere andrusovi* LIVENTAL, *L. cf. egregia* (MÉHES), *L. aff. naca* MÉHES, *Silicoplastentina majzoni* KÖVÁRY, *S. hungarica* KÖVÁRY, *Silicoplastentina* sp.

Was das Alter des in der Bohrung Kiskunhalas-Ny 3. durchteuften Lavagesteins anbelangt, ist es wahrscheinlich ebenfalls ähnlich wie dies bei Kecel der Fall ist, angesichts der Tatsache, dass es der Fossilführung zufolge zwischen sedimentären Schichten liegt, die dem oberen bis mittleren Teil des Unterpannons angehören. Bei den anderen Vorkommen lässt sich die Position innerhalb des Unterpannons nicht präzisieren, so sind es die petrographischen Analogien sowie die radiometrischen Daten, die es überhaupt erlauben, die Gesteine zum unterpannonischen Vulkanismus zu rechnen.

#### Lithologische Merkmale

Es lassen sich alle möglichen Typen von den Staubbuffen mit weniger als mm-Korngrösse, bis zu den Agglomeraten mit Bruchstücken von sogar 6 bis 8 cm-Grösse unter den in grösster Menge vorkommenden Pyroklastiten beobachten. Alle bestehen fast ausschliesslich aus Lapillis bzw. Bomben von Basaltlavagestein. In ihrem interstitialen Raum sind Calcit sowie Zeolit-Mineralien (hauptsächlich Analcim) in sehr vielen Fällen ausgeschieden. Diese haben das Gestein zementiert.

Die Lavagesteine — in Form von Gängen oder als Lavadecke oder als Lavabänke in Tuffen — stellen eine wesentlich kleinere Masse dar, ca. 20% der Gesamtmenge der Vulkanite.

Bei der mikroskopischen oder makroskopischen Prüfung der Lapillis und der Lavagesteinskörper in den Tuffen wurde es klar, dass es sich in jedem Fall um sog. Hypovulkanite, genauer gesagt Hypobasalte handelt, die aus einem, unter der Wirkung der Volatile stark veränderten Magma ausgeschieden waren.

Nach dem Charakter der Umwandlung lassen sich zwei Typen unterscheiden: die sog. Karbobasalte (Karbo-Hypobasalte) und die sog. Chlorobasalte (Chloro-Hypobasalte). Diese beiden Typen weichen etwas auch in ihrer primären mineralogischen Zusammensetzung voneinander ab. Hier sei es bemerkt, dass die beiden aufgrund des dominanten Charakters der Umwandlung voneinander unterschieden wurden. Einen leicht chlorobasaltigen Charakter weisen auch die Karbobasalte auf, und umgekehrt. Die Karbobasalte (Bohrung Sándorfalva I.: Basaltenagglomerat und Tuff, Bohrungen Kiskunhalas-Ny 1. und Nagykorü 11.: Lavagesteine) sind im allgemeinen Gesteine mit grauem, grünlichem Ton, und sie weisen eine Umwandlung auf, die sich im allgemeinen als Folge der CO<sub>2</sub>-Aufnahme des Magmas abspielte. Die Plagioklase sind stark calcitisiert und auch in der Grundmasse sind Karbonatkörner — oft von kolloidaler Struktur — häufig ausgeschieden. Die Blasen Hohlräume (Mandelsteine) sind zumeist mit Karbonat, in geringerer Menge mit Zeolitmineralien und Chlorit ausgefüllt.

Die Textur und mineralogische Zusammensetzung der Basaltgesteine sind einander sehr ähnlich. Alle bestehen vorwiegend aus länglichen Plagioklasleisten von beinahe gleicher Grösse (im Durchschnitt 0,1–0,2 mm), die oft „fluidal“ geordnet sind. Ihre Zusammensetzung: Labradorit, An% 60–70. Ausserdem lassen sich noch in manchen Gesteinen eine beträchtliche Menge von opaquen Körnern (Magnetit, Ilmenit), etwas Titanaugit (in der Grundmasse des in der Bohrung Kiha 3. durchteuften Gesteines), vulkanisches Glas, Kristallkeime von hoher Lichtbrechungszahl und blassgrüne Chloritausscheidungen beobachten.

Die volumprozentige mineralogische Zusammensetzung von drei charakteristischen Proben ist, wie folgt:

*Bohrung Kiha-Ny 3.* (1162,0–1167,0 m):

Ca. 48% Plagioklas, 30% Karbonat, 13% Chlorit, 7% Zeolit und 2% Augit.

*Bohrung Nagykorü 11.* (2763,0–2769,0 m):

Ca. 64% Plagioklas, 24% Opaque, 12% Karbonat.

*Bohrung Sándorfalva I.* (3688,0–3699,0 m):

Ca. 65% Plagioklas, 10% Karbonat, 25% submikroskopische Kristallkeime und vulkanisches Glas.

Die Chlorobasalte (Lavagesteine bzw. Lavagesteinlapillis in den Tuffen der Bohrungen Bordány 2., Kecel 1–4., Üllés 28., Pusztamérges-ÉNy 1. und Ruzsa 4.) sind grün, grünlichbraun, bräunlichgrau, oft von sehr geringer Härte, mit Hand zerbröckelbar.

Hier spielt die Umwandlung auf Einwirkung des vom Magma aufgenommenen H<sub>2</sub>O die dominante Rolle. Der Grad der Umwandlung ist oft stärker als der der Karbobasalte, darauf ist die bröckelige Natur eines erheblichen Teiles der Proben zurückzuführen.

Das sind porphyrische Gesteine von fluidaler Textur, die weniger umgewandelt sind — wegen ihres Gesteinsglasgehaltes — von intersertaler Textur. Ihre mineralischen Hauptkomponenten, die z. T. bereits vor Aufnahme

der Volatile ausgeschieden waren, sind folgende: Plagioklas (56—75% Anorthitgehalt), Augit und Titanaugit, die in etwas grösserer Menge vorhanden, als in den Karbobasalter und auch unter den Phenokristallen vertreten sind sowie Magnetit und Braunamphibol bzw. Biotit, die aus einer Probe ebenfalls zum Vorschein gekommen sind.

Gefüge und mineralogische Zusammensetzung sind sehr stark von hypomagmatischer Umwandlung geprägt. In der Grundmasse lassen sich submikroskopische Chlorit-Limonit-Aggregate bzw. strahlig-nadelige Chloritaggregate beobachten, die oft die einzige Grundmassekomponente darstellen. Der Chlorit tritt auch in Mandelsteinen häufig auf, manche Gesteinstypen sind fast ausschliesslich von einer Masse von mikroskopischen Chloritmandelsteinchen aufgebaut.

In der Oberflächennähe freigeworden, hat die grosse Menge von Volatilen das Magma quasi „aufgeblasen“. Bei der Verfestigung kamen die an winzigen Gasblasenhohlräume reichen „schwammartigen“ Gesteine auf solche Weise zustande. Diese kommen besonders zwischen den Lapillis der Pyroklastite häufig vor.

Unter den bereits ausgeschiedenen mineralischen Komponenten kann man die Chloritisierung der mafischen Gemengteile sowie aus Chlorit und Karbonatkörnern bestehende Pseudomorphosen beobachten, die aufgrund ihrer morphologischen Merkmale vermutlich Olivine gewesen sind. Für die Plagioklase ist fast generell charakteristisch, dass sie zeolitisiert sind, was oft auch eine Pseudomorphosebildung zur Folge hat. Vor allem verdrängt Analcim die Feldspäte, aber auch andere Zeolitarten können in ihnen beobachtet werden. Mit Zeolitmineralien ausgefüllte Mandelsteine kommen häufig vor.

Die volumprozentuale Zusammensetzung einiger typischer Proben ist folgende:

*Bohrung Bordány 2.* (225,0—2531,0 m):

Ca. 57% Plagioklas, 11% Augit, 32% Chlorit + Tonmineralien (Limonit?).

*Bohrung Kecel 1.* (1495,0—1500,00 m):

Ca. 21% Plagioklas, 4% Augit, 75% Chlorit + Tonmineralien (Limonit?).

1432,0—1434,0 m:

Ca. 46% Plagioklas, 2% Augit, 52% Chlorit + Tonmineralien (Limonit?).

*Bohrung Kecel 2.* (1426,0—1426,5 m):

Ca. 70% Plagioklas, 15% Augit, 8% Chlorit, 4% Magnetit, 3% Glas.

1461,5—1466,5 m:

Ca. 29% Plagioklas, 71% Chlorit + Tonmineralien (Limonit?).

1063,0—1068,0 m:

Ca. 15% Plagioklas, 85% Chlorit + Tonmineralien (Limonit?).

#### Radiometrische Altersbestimmungen mit der K/Ar Methode

Die Altersuntersuchungen haben sogar bei Proben mit äusserst „zersetztem“ Habitus reelle Ergebnisse geliefert, was den Hypomagmatit-Charakter der Gesteine bestätigt und auch darüber einen Beweis führt, dass die Umwandlung syngenetisch und nicht postgenetisch, nachträglich gewesen ist (Tabelle 1.).

### Genetische Auswertung

Die im Donau—Theiss-Zwischenstromland aufgeschlossenen Basalthypovulkanite weisen, aufgrund der stellenweise sehr grossen Mächtigkeit der Komplexe und der Dominanz der Pyroklastite, auf eine voluminöse und intensive vulkanische Tätigkeit hin.

Das Magma scheint längs Tiefbrüche aufgestiegen zu sein, die bei der pannonischen Absenkung der Grossen Ungarischen Tiefebene zustandekamen, oder sich erneuten. Die dadurch bedingte vulkanische Tätigkeit erfolgte zur Zeit des Einsetzens der pannonischen Sedimentation bzw. davor, jedenfalls in einem mit Wasser bedeckten Milieu, wie davon die stark hypomagmatischen Merkmale zeugen. Wie es die radiometrischen Daten beweisen, fand der Vulkanismus in den einzelnen Orten zu etwas verschiedenen Zeiten bzw. bei Kecel mit kleineren Unterbrechungen ziemlich dauerhaft statt.

Das aufgestiegene Magma nahm vom Wasser des Binnensees und von den wasserreichen Sedimenten eine grosse Menge von Volatilen auf. Die bereits ausgeschiedenen mineralischen Gemengteile wandelten sich demzufolge sehr stark um, während sich von der noch im Schmelzestand befindlichen Fraktion im Laufe der Verfestigung primäre Hydrosilikate, Limonit und Karbonat ausschieden. Auch die Intensität der vulkanischen Tätigkeit war durch den Hypocharakter des Magmas bedingt, in der Oberflächennähe hat das plötzlich frei gewordene Gas zu explosionsartigen Ausbrüchen, Tuffauswürfen geführt.

Wegen der Metamorphose ist es sehr schwer, genauer zu beurteilen, welcher präzisen Kategorie unsere Gesteine innerhalb des Begriffes Basalt angehören. Aufgrund der beobachtbaren mineralogischen Merkmale muss ein Teil der Gesteine Basalt von alkalischem Charakter gewesen sein.

## Unterpannonischer Vulkanismus in den Becken Transdanubiens

### Stratigraphische Verhältnisse und allgemeine Charakterisierung

Einen pannonischen Vulkanismus gelang es bisher — in Transdanubien — nur auf der Kleinen Tiefebene nachzuweisen.

Die übertagsgeophysikalischen Aufnahmen — vor allem die magnetischen und gravimetrischen Isoanomalienkarten — zeigen zwischen Szany und Pásztori eine ziemlich grosse, starke Anomalie, die durch sich regelmässig schliessende Isolinien vertreten ist und die vor der Inangriffnahme der Tiefbohr-tätigkeit einer enormen unterirdischen Basaltmasse zugeschrieben worden war.

Aufgrund der abgeteuften Tiefbohrungen gelang es zwei verschiedene Arten von voneinander substanziell wesentlich abweichenden vulkanischen Tätigkeiten zu rekonstruieren. Die ältere ist trachytisch, die jüngere basaltisch. Das Ausbruchszentrum des basaltischen Vulkanismus fällt zwischen den „Rücken von Mihályi“ und die Szany—Pásztori-Achse, während der trachytische ihr Zentrum vermutlich in der Umgebung von Pásztori hatte. Die Auswurfstätigkeit des trachytischen Vulkanismus war sowohl horizontal als auch vertikal viel stärker, trachytlapilliführende Tuffe können sogar in der Bohrung Bősárkány im N, sowie in der von Tét im SO beobachtet werden. Diese letzteren haben über das Alter der vulkanischen Tätigkeit gute Anhaltspunkte geliefert.

Die basaltischen Gesteine wurden in den Bohrungen Szanyy 1., Pásztori 1. und 4. aufgeschlossen, der Trachytkomplex lässt sich in den Bohrungen Pásztori 1., 2. und 4. studieren.

Die Bohrung *Pásztori 1.* hat von 1760 bis 3500 m-Tiefe Vulkanite in mehreren Horizonten erschlossen, die voneinander durch sedimentäre Ablagerungen verschiedener Mächtigkeit getrennt sind. Im Top befindet sich ein 300 m mächtiges Trachyt- bzw. Trachyandesitagglomerat mit einem basischen Gesteinsgang in 1880 m-Tiefe, um 2325 und 2515 m lässt sich ein Trachyttuff beobachten, und dann zwischen 2681 und 2683 m tritt wieder ein basischer Gesteinsgang auf. In 2775 m-Tiefe liegt eine dünnere, unter 3030 m eine beinahe 500 m-mächtige Trachytmasse. Das Liegende des Vulkanits wurde durch die Bohrung nicht erreicht.

In der Bohrung *Pásztori 2.* unter 1800 m wurde ein beinahe 1000 m mächtiger, aus Trachyten, Trachyttuffen und Trachyttuffagglomeraten bestehender Komplex durchteuft. Im 2800. Bohrmeter wurde die Bohrung in Trachytagglomeraten eingestellt.

In der Bohrung *Pásztori 4.*, unterhalb eines dünnen unterpannonischen sedimentären Komplexes, von 2020 m abwärts lassen sich 50 m mächtiges Trachytagglomerat bzw. Tuffe und dann 100 m mächtiger Basalt beobachten, darunter befindet sich ein mehr als 600 m mächtiges Trachytagglomerat, dessen unterer Teil durch mehr-weniger mächtige Tonschichten gegliedert ist. In dieser unteren agglomeratischen Serie in 2500 m-Tiefe kann ein sehr grobkörniger, subvulkanischer Trachyt- bzw. Syenitschutt beobachtet werden. Das Liegende des Vulkanits wurde auch hier nicht erreicht.

In der Bohrung *Tét 1.* im unteren Teil der unterpannonischen Schichten, in 2030 bis 2086 m-Tiefe liegt eine Tuffschicht mit Trachytlapillis, etwas Quarz, Biotit und viel Plagioklas- bzw. Sanidinkristallen, deren Trachytlapillis ohne Zweifel von der Masse von Pásztori stammen.

In der Bohrung *Bősárkány 1.*, im obersten Teil des mächtigen sarmatischen Komplexes, schon innerhalb der unterpannonischen Schichten, in 3600 m-Tiefe kann eine 2 bis 8 mm grosse Trachytlapillis enthaltende, aus viel Sanidin und vielen Plagioklaskristallen bestehende Tuffschicht beobachtet werden. Wegen der abschnittsweise vorgenommenen Probenahme kennen wir die genaue Mächtigkeit des Tuffes nicht, aber wir nehmen an, dass sie nicht allzusehr gross, ca. 5 bis 10 m sein dürfte.

### Lithologische Merkmale

#### *Basalte*

Die oberste Probe aus dem 100 m mächtigen Basaltkomplex der Bohrung *Pásztori 4.* ist von mikroholokristallinem — körnigem, leicht porphyrischem Charakter. Die Durchschnittsgrösse der Gemengteile liegt zwischen 0,1 und 0,4 mm, aber sie kann sogar 2 mm erreichen. Hier sind die grössten Phenokristalle fast ausschliesslich von Augiten vertreten. Unter ihnen sind auch einige Kristalle von violetter Farbe und Sanduhr-Struktur vorzufinden, die Titanaugit darstellen (2V = 60 — 61%).

Bei den grösseren Augitkristallen ist der äussere Saum vom Ägirin-Augit-Charakter. In der aus Augit, Oxyamphibol und basischem Plagioklas beste-

henden Grundmasse kommen auch ein paar Olivinkristalle vor. In mittleren Teil des Komplexes steht schon die Textur der mikroholokristallin-porphyrischen nahe, die Phenokristalle sind grösser und bestehen aus Plagioklas und Augit zu je 50%. In der untersten Probe sind die Phenokristalle fast ausnahmslos basische Plagioklase.

Die basaltischen Ganggesteine der Bohrung *Pásztori I.* sind im wesentlichen ähnlich, doch entsprechen sie angesichts ihrer mineralogischen Zusammensetzung eher dem Plagioklasbasalt alkalischen Charakters. Die Gemengteile erreichen sogar eine Grösse von 4–5 mm. Dominant ist der basische Plagioklas, daneben kommen Oxyamphibol, etwas Alkali-amphibol Varkevikit-Charakters ( $2V=38^\circ$ ), basaltischer Augit, Titanaugit, ein durch einen aus Magnetit, und Augit bestehenden, opazitischen Saum umrandeter Biotit, lepidomelanführender Biotit mit hohem Ti-Gehalt und ein-paar Leucitkörner vor. Verhältnismässig häufig ist Magnetit bzw. — hauptsächlich als Einschluss — Rutil. Der  $\text{SiO}_2$ -Gehalt dieser Gesteine beträgt nicht mehr als 45%, nicht einmal im Falle, wenn der  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt abgerechnet wird. Der  $\text{TiO}_2$ -Gehalt ist ziemlich hoch, erreicht sogar 3,3%. Der 2- und 3-wertiger Eisengehalt liegt bei 10%, trotzdem ist auch die K + Na-Menge ziemlich gross, ca. 5–6% (Tabelle 2.).

### *Trachyte*

Die Trachyte weisen entweder eine fluidale, „trachytische“ Textur oder ein — gegen die tieferen Horizonte beobachtbares — holokristallines porphyrisches Gewebe auf, das aus einer gleichmässig kristalliner-körniger Grundmasse und über cm grossen Phenokristallen besteht. Für die Zusammensetzung ist es kennzeichnend, dass der Quarz nur in den höheren Horizonten auftritt, er quantitativ untergeordnet ist, seine Menge im allgemeinen unter 5% liegt und in keiner Probe 10% überstieg. In den tiefen Horizonten wurde Quarz gar nicht beobachtet. 70 bis 85% des Gesteins besteht aus Feldspat, darunter dominiert sowohl in der Grundmasse, als auch unter den Phenokristallen Sanidin. Das charakteristische trachytische Gewebe der Grundmasse ergibt sich aus der parallelen Anordnung der Sanidinlatten und da sich diese fast gleichzeitig auskristallisiert haben, sondern sie sich voreinander nicht mit einer scharfen Grenzfläche ab. Die tafeligen Sanidinkristalle sind im allgemeinen Karlsbadzwillinge, quergeklüftet, oft enthalten sie Albitspindel. Unter den Phenokristallen sind saure Plagioklas (Oligoklas-Andesin) bzw. in den tieferen Horizonten Anorthoklastafeln häufig zu finden ( $2V=40^\circ$ ); unter diesen kommen auch Albit—Periklin—Zwillingsindividuen bzw. Exemplare von charakteristischem rhomboidalen Querschnitt vor.

Die mafischen Komponenten sind spärlich, zersetzt, ihre Menge liegt in der Regel unter 10%. Die geringen unversehrten, bestimmbareren Komponenten bestehen aus Grünamphibol, Oxyamphibol, Biotit bzw. sehr wenig Augit. Als nebensächliche bzw. akzessorische Komponenten treten Magnetit, Zirkon und Titanit auf. Sekundär lässt sich eine starke Calcitisierung beobachten. Der K- und Na-Gehalt beträgt von 9 bis 11%, dabei ist der Na-Anteil von etwas mehr, was teils mit dem Vorhandensein von Anorthoklas, teils dem Auftreten von saurem Plagioklas zu erklären ist. Verhältnismässig gross ist der  $\text{TiO}_2$ -Gehalt, er stammt nur teilweise vom Titanit, es ist wahrscheinlich, dass auch der zersetzte Augit titanhaltig war.

### Das Alter der vulkanischen Tätigkeit

Aus der Lage der zwei verschiedenen Vulkanite folgt es eindeutig, dass der trachytische Vulkanismus älter, der basaltische jünger ist.

Die metavulkanische Umwandlung der Trachyte der Kleinen Ungarischen Tiefebene äussert sich vor allem nur in Karbonatisierung, die Sanidin- und Plagioklaskörner befinden sich in ihrer überwiegenden Mehrheit noch in dem Zustand, wie sie aus der Lava auskristallisierten.

In der Bohrung Bósárkány 1. lagert der trachytlapilliführender Tuff an der Basis der unterpannonischen Schichtenfolge die sich über dem mächtigen fossilführenden sarmatischen Komplex befindet. In der Bohrung Tét 1. wurde das unterpannonische Alter der Tuffe durch die reiche Sporomorphen-Vergesellschaftung der darunter lagernder Tonmergel bewiesen. Mit einer ausführlichen Vergleichsuntersuchung konnte eine enge genetische Beziehung zwischen den Tuffen von Bósárkány und den von Tét ebenfalls bewiesen werden.

In den in der Umgebung von Pásztori abgeteuften Bohrungen werden die Magmatite von sogar faunistisch belegten unterpannonischen Ablagerungen nur in geringer Mächtigkeit überlagert. Am mächtigsten ist dieser Komplex in der Bohrung Pásztori 4., aber selbst hier übertrifft sie 200 m nicht. Diese Ablagerungen vertreten nur den obersten Horizont der stratigraphischen Unterstufe. Es ist wichtig, dass die magmatischen Massen unmittelbar von den pelitischen Sedimenten überlagert sind, und dass die an Transgression gebundenen, gröberen klastischen Sedimente fehlen. In der oberpannonischen Unterstufe kam es zu einer raschen Absenkung des Gebietes um Pásztori—Szany. Hier ist die Sedimentmasse viel mächtiger, als in den Rändern. Zu einem solchen relativ schnellen Absenkung kam es wahrscheinlich auch in der unterpannonischen Unterstufe und das Becken wurde grösstenfalls mit Pyroklastikum aufgefüllt.

Die in der Bohrung Pá 1. durchbohrten Basalte sind sicherlich Gänge. Im Top der oberpannonischen Schichtenfolge wurde in der Bohrung Szany 1. ein Basalttuffauswurf beobachtet. Aus dem Sandstein, der in der Bohrung von Pásztori zwischen die Trachytagglomerat-Schichten eingeschaltet ist, sind Lithothamnien-Bruchstücke und Foraminiferen-Fragmente zum Vorschein gekommen. Ihre Erscheinungsform weist ausgesprochen auf eine Umhäufung hin. Die Umhäufung der Mikrofauna in jüngere Schichten ist eine von uns auf der Kleinen Tiefebene wiederholt beobachtete, relativ häufige Erscheinung. Dass die Fauna umgehäuft ist, kann im allgemeinen aufgrund der starken Abrundung, Abrollung der Individuen, ihrer Zerbrochenheit sicher festgestellt werden.

Die wahrscheinlichste Zeit des trachytischen Vulkanismus war also Ende Sarmat bzw. unterer Teil der untersarmatischen Unterstufe, während der Basalt teils vom unterpannonischen, teils vom oberpannonischen Alter ist.

### Charakter des Vulkanismus, magmatektonische Verhältnisse

Angesichts des Ablaufes der Isolinien geophysikalischer Karten muss die vulkanische Masse mit einer grossen, ringförmigen, zylindrischen Bruchstörung im Zusammenhang stehen, deren Zentrum sich in der Kreuzung von zwei grosstektonischen Linien befindet. Die eine Linie ist SW—NO gerichtet, ihr SW-Teil ist als Raab-Linie bekannt geworden; die andere ist die sie schnei-

dende tektonische Zone, längs welcher der Rücken von Mihályi abgesunken ist. Auf die derartige, etwa schachbrettförmige Zerstückelung der Kleinen Ungarischen Tiefebene durch solche, sich kreuzende Bruchstörungen haben schon mehrere Verfasser hingewiesen.

Die ganze vulkanische Masse kann auch vulkanotektonisch als eine enorme Bruchstörungsstruktur (Kollapsen-Struktur) mit an den Rändern inwärts einfallenden Schichten gedeutet werden.

Der leicht alkalische Charakter, verhältnismässig hohe Fe- und Ti-Gehalt des Trachyts bzw. der alkalische Charakter des Basaltes und besonders der doleritischen Ganggesteine sprechen für die Verwandtschaft der beiden Gesteine. So wird es für wahrscheinlich gehalten, dass es sich um verschiedene Differentiationsprodukte einer und derselben Magmakammer handelt. Bezüglich ihrer Zusammensetzung kommen die Basalte den Alkalibasalten des Balatonhochlandes und den Basaniten des Sághegy nahe. Der Trachyt stellt den unmittelbaren Vorläufer des auf der Kleinen Ungarischen Tiefebene, an ihrem Rande und im Balatonhochland stattgefundenen Basalt—Basanit-Vulkanismus dar.

