

# Die Interpretation von Spaltspurenaltern (fission track ages) am Beispiel von natürlich Gläsern, Apatiten und Zirkonen

Autor(en): **Wagner, Günther A. / Storzer, Dieter**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **63 (1970)**

Heft 1: **Geochronology of Phanerozoic orogenic belts : papers presented  
at the "Colloquium on the Geochronology of Phanerozoic  
Orogenic Belts"**

PDF erstellt am: **24.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-163846>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Die Interpretation von Spaltspurenaltern (fission track ages) am Beispiel von natürlichen Gläsern, Apatiten und Zirkonen

VON GÜNTHER A. WAGNER und DIETER STORZER

Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg

## ABSTRACT

The fission track dating method is applied to South Tyrolian pitchstones, apatites from the Odenwald area (Germany), and zircons from the Eifel region (Germany).

The measured fission track ages of the pitchstones range between 21 m.y. and 186 m.y. These ages are interpreted as thermally lowered. Size studies of the fossil fission tracks give information of their complex thermal history. The corrected fission track ages are concordant with the Permian formation of these rocks.

For the apatites from the Odenwald basement rocks, fission track ages were found ranging between 70 m.y. and 105 m.y., which is young compared to the Hercynian age of these rocks. Length studies of the etch channels of fossil fission tracks reveal their thermal influence. These fission track ages are interpreted as uplift ages. Apatites from the volcanic Katzenbuckel rocks give fission track ages of 60 m.y. Length studies of fossil fission tracks show a slight thermal influence. The corrected age agrees with the K/Ar age.

The fission track dated zircons from the Eifel volcanoes give ages between 0.15 m.y. and 24 m.y. which correspond to the Pleistocene and young Tertiary ages of the volcanic rocks of this region.

## Einleitung

Seit ihrer Entdeckung durch PRICE und WALKER 1963 hat sich die Spaltspurenmethode (fission track dating method) zu einem wichtigen geochronologischen Verfahren entwickelt. Es hat sich dabei gezeigt, dass die mit ihr gewonnenen Resultate unterschiedliche Interpretationen erfahren müssen, die uns wertvolle Einblicke in Alter, Wärmegeschichte und tektonische Vergangenheit von Gesteinen erlauben.

Bisher wurden die anätzbaren Spaltspuren in einer grossen Zahl von Gläsern und Mineralien studiert, um zu prüfen, inwieweit diese Materialien für die Spaltspurenmethode geeignet sind. Nach dem augenblicklichen Stand sind für diese Methode vor allem Gläser, Apatite, Glimmer, Titanite und Zirkone interessant. Daneben ist aber auch an Kalkspäten, Hornblenden, Epidoten, Granaten, Orthiten u.a. gearbeitet worden.

Im folgenden wollen wir auf Grund unserer eigenen Untersuchungen an natürlichen Gläsern, Apatiten und Zirkonen über unsere Erfahrungen mit der Spaltspurenmethode berichten<sup>1)</sup>.

---

<sup>1)</sup> Auf die Erläuterung der Spaltspurenmethode wird hier verzichtet. Sie findet sich zusammen mit einem Überblick über die neuere Literatur bei WAGNER 1969.

### Untersuchungen an Tektiten und Pechsteinen

In natürlichen Gläsern sind die Spaltspuren bisher am intensivsten untersucht worden. Das liegt einerseits an ihren guten Ätzeigenschaften, zum anderen an ihren günstigen (etwa zwischen 1 ppm und 10 ppm) und homogenen Urangehalten. Aufbauend auf den Arbeiten von FLEISCHER und PRICE 1964 sind wir seit einigen Jahren besonders mit der Datierung von Tektiten und Kratergläsern beschäftigt. Für diese Objekte hat sich die Spaltspurenmethode als sehr wertvoll erwiesen: Die Spaltspurenalter stimmen gut mit den entsprechenden K/Ar-Altern überein (vgl. GENTNER et al. 1969).

Häufig sind jedoch die Spaltspurenalter einzelner Tektite niedriger als die entsprechenden K/Ar-Alter. Dies beruht auf der relativ hohen Empfindlichkeit der Spaltspuren gegenüber thermischen Einflüssen. So heilen die Spaltspuren in Tektitenglas schon bei Temperaturen aus, bei denen das radiogene Argon noch nicht aus dem Glas herausdiffundiert. Die Erscheinung der verhältnismässig geringen Stabilität der Spaltspuren gegenüber Wärmeeinflüssen trifft man, wenn auch in unterschiedlichem Grade, bei allen Gläsern und Mineralien; sie erklärt die häufig zu beobachtenden niedrigeren Spaltspurenalter, verglichen mit anderen radiometrischen Altern.

Kürzlich konnten STORZER und WAGNER (1969) jedoch am Beispiel australischer Tektite zeigen, dass sich solch thermisch erniedrigte Spaltspurenalter korrigieren lassen. Diesem Korrekturverfahren liegt folgende Beobachtung zugrunde: Mit wachsender thermischer Beanspruchung verringert sich nicht nur die Zahl der Spaltspuren, sondern es nimmt auch die Ätzgeschwindigkeit entlang der Spaltspur ab, d. h. bei vorgegebener Ätzzeit nimmt der Durchmesser der Spaltspurenätzgruben ab. Durch Ausheizexperimente wurde eine Eichkurve gewonnen, mit der thermisch erniedrigte Spaltspurenalter der Australite auf Alterswerte korrigiert werden, die konkordant mit den Spaltspurenaltern thermisch unbeanspruchter Australite sind. Dabei wird aus dem Verkleinerungsgrad der Ätzgrubendurchmesser von spontanen Spaltspuren, verglichen mit denen der induzierten Spaltspuren, auf den Erniedrigungsgrad der spontanen Spaltspurenanzahl geschlossen.

Hier soll erstmals über den Versuch berichtet werden, dieses Korrekturverfahren auf eine andere Gruppe natürlicher Gläser, die Pechsteine aus dem Bozener Quarzporphyr, auszudehnen. Die Pechsteine sind schwarze oder rote, glasreiche Gesteine, die lagenweise in den permischen Porphyren vorkommen. Auf der Kartenskizze (Fig. 1) sind die Fundpunkte aufgeführt. Die Pechsteine wurden auf etwa 1 mm Grösse zerschlagen und nach homogenem Glas ausgelesen, an dem die Untersuchungen durchgeführt wurden (Einzelheiten in STORZER 1970).

Die gemessenen Spaltspurenalter liegen zwischen 61 und 185 Ma (Tab. 1), wobei die niedrigsten Alter im Norden und die höchsten Alter im Süden des betrachteten Gebietes auftreten. In allen Proben fällt auf, dass die angeätzten, spontanen Spaltspuren im Mittel kleinere Durchmesser besitzen als die induzierten, obwohl unter identischen Bedingungen geätzt wurde (Fig. 3). Aus der Häufigkeitskurve der Figur 3 wird eine zweihöckrige Durchmesser-Verteilung der angeätzten, spontanen Spaltspuren deutlich. Das lässt nach den an Tektiten gemachten Erfahrungen eine thermische Beanspruchung der Pechsteine vermuten. Im Labor wurden daher die Pechsteine bei verschiedenen Temperaturen verschieden lang getempert. Es zeigte sich, dass in

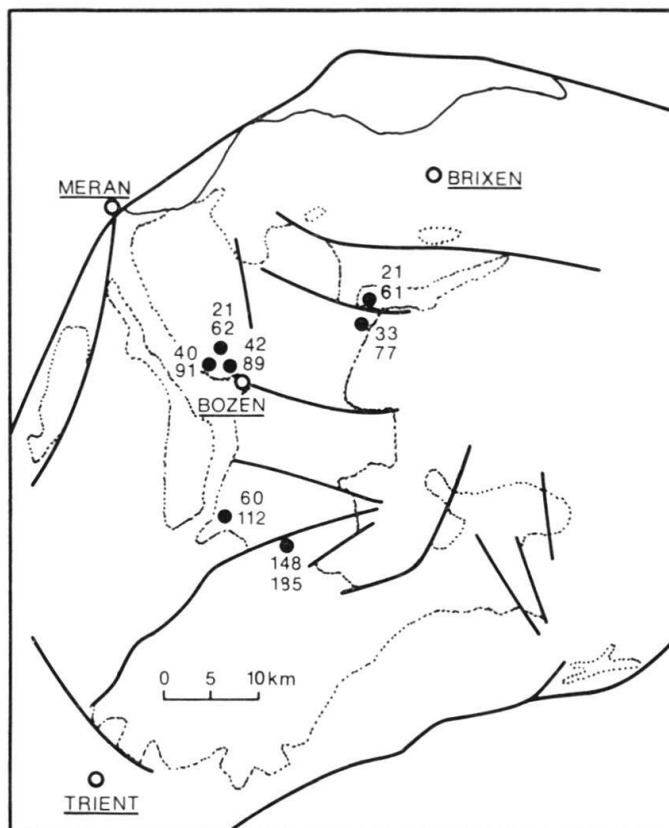


Fig. 1. Vereinfachte tektonische Skizze des Porphyrschildes von Bozen. Für jeden Entnahmepunkt (●) der Proben ist das thermisch unbeeinflusste und das gemessene Spaltspurenalter (in  $10^6$  a) der Pechstein-Gläser untereinander eingetragen (siehe Text).

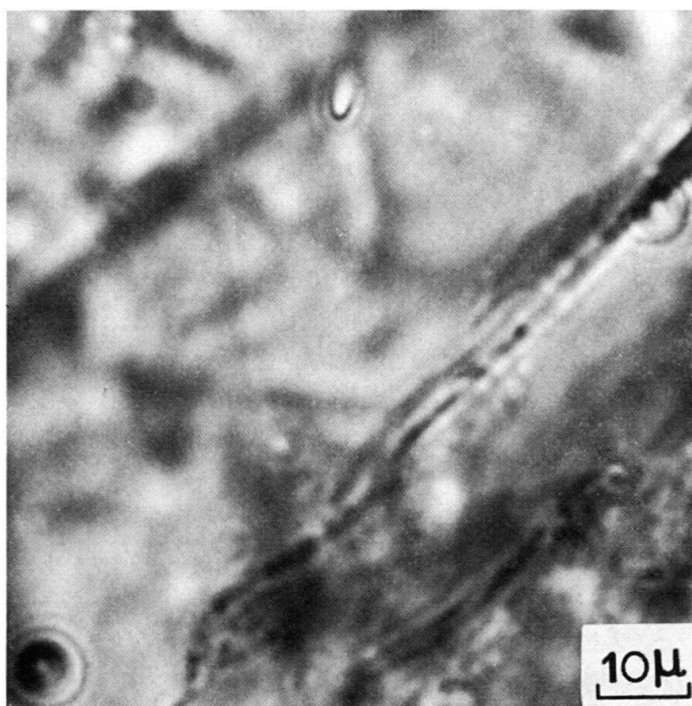


Fig. 2. Spontane Spaltspuren in Pechstein-Glas von Tisens/Südtirol; angeätzt 15 sec in 48% HF.

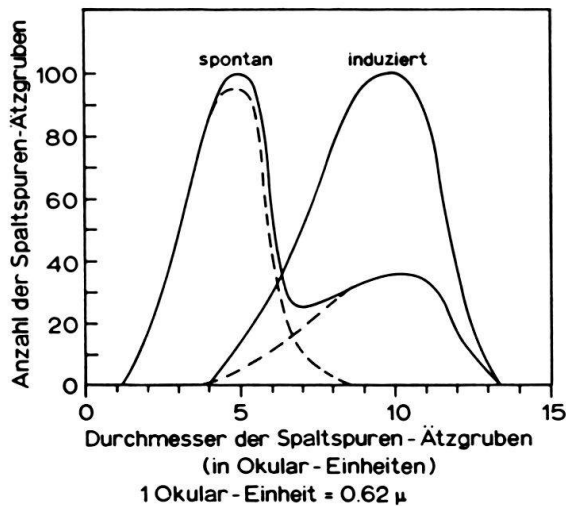


Fig. 3. Durchmesser Verteilungs-Diagramm angeätzter Spaltspuren in Pechstein-Glas P5. Die Ätzgrubendurchmesser der spontanen Spaltspuren haben eine zweihöckerige Verteilung und lassen ein fossiles, thermisches Ereignis erkennen.

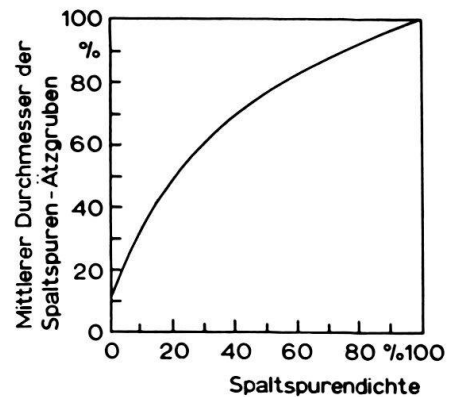


Fig. 4. Abhängigkeit des mittleren Verkleinerungsgrades der Spaltspurendurchmesser vom Verminderungsgrad der Spurenanzahl für Pechstein-Gläser nach thermischer Beanspruchung (Ätzzeit 15 sec in 48% HF). Diese Kurve kann zur Korrektur thermisch verjüngter Spaltspurenalter benutzt werden.

völliger Analogie zu den Tektiten mit zunehmendem Ausheizgrad sowohl die Anzahl als auch die Durchmesser der angeätzten Spaltspuren in charakteristischer Weise abnehmen (Fig. 4). Danach spiegeln die gemessenen Verteilungskurven der Ätzgrubendurchmesser von spontanen Spaltspuren eine komplexe Wärmegeschichte der Pechsteine wider, die zu einer Erniedrigung der Spaltspurenalter geführt hat. Tatsächlich sind die gemessenen Spaltspurenalter auch alle niedriger, als nach dem permischen Alter des Bozener Quarzporphyrs zu erwarten ist.

Im einzelnen lässt sich folgende Wärmegeschichte aus diesen Verteilungskurven ablesen. Die Proben wurden irgendwann in ihrer Vergangenheit erwärmt, was zur Erniedrigung der Anzahl und zur Verringerung der Ätzgeschwindigkeit der Spaltspuren führte, wie im linken Höcker einer jeden Verteilungskurve offenbar wird (Fig. 3). Nach Abschluss der Wärmebeanspruchung wurden weitere Spaltspuren gebildet, die sich in ihren Ätzeigenschaften nur unwesentlich von denen der induzierten Spaltspuren unterscheiden, wie aus der Ähnlichkeit des rechten Höckers mit der Verteilungskurve der induzierten Spaltspuren zu erkennen ist (Fig. 3). Das von STORZER und WAGNER 1969 beschriebene Korrekturverfahren muss für Proben mit komplexer Wärmegeschichte derart modifiziert werden, dass die Korrektur für jeden Höcker einzeln durchgeführt wird. Die Kurve wird daher in ihre Einzelhöcker zerlegt, wobei jedem Höcker ein eigenes Alter entspricht: das thermisch erniedrigte Alter  $t_1$  und das thermisch nur gering beeinflusste Alter  $t_2$ . Das thermisch erniedrigte Alter  $t_1$  kann mittels der Korrekturkurve (Fig. 4) korrigiert werden zu  $t_{1 \text{ kor.}}$  (Tab. 1). Die Summe aus dem korrigierten Alter  $t_{1 \text{ kor.}}$  und dem thermisch unbeeinflussten Alter  $t_2$  ist das korrigierte Gesamtalter. Die Alter ergeben Werte zwischen 234 und 276 Ma, was mit dem permischen Alter des Bozener Quarzporphyrs übereinstimmt. Interessanter als das

korrigierte Gesamtalter ist das thermisch nur gering beeinflusste Alter  $t_2$ . Es gibt das Ende der letzten starken thermischen Beeinflussung an.

Was lässt sich nun aus diesem verwirrenden Bild verschiedener Alter für die Geschichte der Pechsteine ablesen? Alle gemessenen Alter können als thermisch beeinflusste Alter interpretiert werden. Sie sind Mischalter, zusammengesetzt aus einer thermisch stark beeinflussten und einer thermisch nur gering beeinflussten Komponente. Die starke Temperaturbeeinflussung der Proben wurde zu unterschiedlichen Zeiten beendet, im Süden des Gebietes wesentlich früher als im Norden. Das Ausmass der Erwärmung muss etwa  $130^\circ\text{C}$  überschritten haben, was aus den Ausheizexperimenten extrapoliert werden kann (STORZER 1970).

Tab. 1. Spaltspurenalter Südtiroler Pechstein-Gläser

			$t_{\text{gem.}}^{\text{a)}$	$t_1^{\text{b)}$	$t_2^{\text{c)}$	$t_{1\text{kor.}}^{\text{d)}$	$t_2 + t_{1\text{kor.}}$
1	San Lugano	a	184	37	147	126	273
		b	186	37	149	127	276
2	Auer		112	52	60	208	268
3	Laranz	rot	76,5	43	33	202	235
4		schwarz	77,0	44	33	204	237
5	Tisens		61,2	40	21	213	234
6	Fagenbach		88,7	47	42	234	276
7	Jenesien		61,8	41	21	210	231
8	Ober Glaning		90,5	51	40	235	275

<sup>a)</sup> Gemessenes Spaltspurenalter in  $10^6$  a (für  $\lambda_f = 8,42 \times 10^{-17} \text{ a}^{-1}$ ) Fehler  $\pm 5\%$  (statistischer Zählfehler).

<sup>b)</sup> Das thermisch beeinflusste Alter entspricht dem linken Teil der zerlegten zweihöckrigen Kurve in Fig. 3.

<sup>c)</sup> Das thermisch unbeeinflusste Alter entspricht dem rechten Teil der Durchmesser-Verteilungskurve in Fig. 3. Die Summe aus  $t_1 + t_2$  ist gleich dem gemessenen Alter.

<sup>d)</sup> Mit Hilfe der Korrekturkurve (Fig. 4) korrigiertes thermisch beeinflusstes Alter  $t_1$ .

Grundsätzlich können sich hinter den beobachteten Erwärmungen verschiedene geologische Erscheinungen verbergen. Welche im einzelnen wirksam gewesen sein mag, kann nur im Zusammenhang mit allen anderen geologischen Gegebenheiten betrachtet werden. Wir wollen hier mit übereilten Deutungen recht zurückhaltend sein, zumal die Anzahl der gemessenen Proben zu gering ist. Vielmehr soll der Zweck dieser Arbeit sein, aufzuzeigen, *wie reich Spaltspurenalter an Informationen besonders für die thermische Geschichte von Gesteinen sein können*. Doch sollen hier kurz zwei prinzipielle Möglichkeiten aufgeführt werden, die die gemessene Altersverteilung erklären können. a) Die Pechsteine sind nach ihrer Entstehung in ein kritisches Temperaturniveau ( $> 130^\circ\text{C}$ ) versenkt worden und zu unterschiedlichen Zeiten daraus wieder emporgetaucht. Diese Deutungsmöglichkeit ist interessant für das Problem der Altersstellung tektonischer Elemente. b) Die Spaltspurenalter wurden geprägt von regionalen Unterschieden des Temperaturgradienten in der geologischen Vergangenheit. Daraus lassen sich Aussagen über die Wärmegeschichte dieser Gesteine gewinnen. Erst weitere Untersuchungen von Spaltspuren nicht nur in Gläsern sondern

auch in Mineralien werden es erlauben, deutlich Stellung zu dieser Problematik zu nehmen.

### Untersuchungen an Apatiten

Neben Glimmer ist Apatit das Mineral, in dem die Spaltspuren am intensivsten studiert wurden (NAESER 1967, WAGNER 1967). Apatite grösser als  $50 \mu$ , wie sie in zahlreichen Eruptivgesteinen vorkommen, eignen sich schon für diese Untersuchungen. Ihre Urangehalte, meistens zwischen 10 und 100 ppm, erlauben es, sie innerhalb eines breiten Altersbereiches zu datieren. Spaltspurendatierungen an Apatiten aus dem Odenwald (WAGNER 1967) haben gezeigt, dass die Spaltspurenalter verschiedene geologische Informationen enthalten können. Die Spaltspurenalter der Apatite aus dem kristallinen Grundgebirge des Bergsträsser Odenwaldes bewegen sich zwischen 70 und 105 Ma, wobei im Norden höhere Alter gefunden werden als im Süden. Verglichen mit den variscischen K/Ar-Altern (KREUZER et al. 1967) von Biotiten und Hornblenden aus denselben Gesteinsproben, sind die Spaltspurenalter zu niedrig. Sie können daher nicht als Bildungsalter interpretiert werden. Auch sind im Odenwald keine thermischen Ereignisse grösseren Ausmasses bekannt, denen sie zugeordnet werden könnten. Aus den experimentellen Untersuchungen der thermischen Stabilität der Spaltspuren in Apatiten wurde extrapoliert, dass die Anzahl der Spuren innerhalb geologischer Zeiträume (ca.  $10^8$  a) auf 50% vermindert wird, wenn die Temperatur  $80^\circ\text{C}$  beträgt. Die Spaltspurenalter der Apatite aus dem Bergsträsser Odenwald wurden daher interpretiert als Aufstiegsalter aus einem kritischen Temperaturbereich; im Norden früher als im Süden.

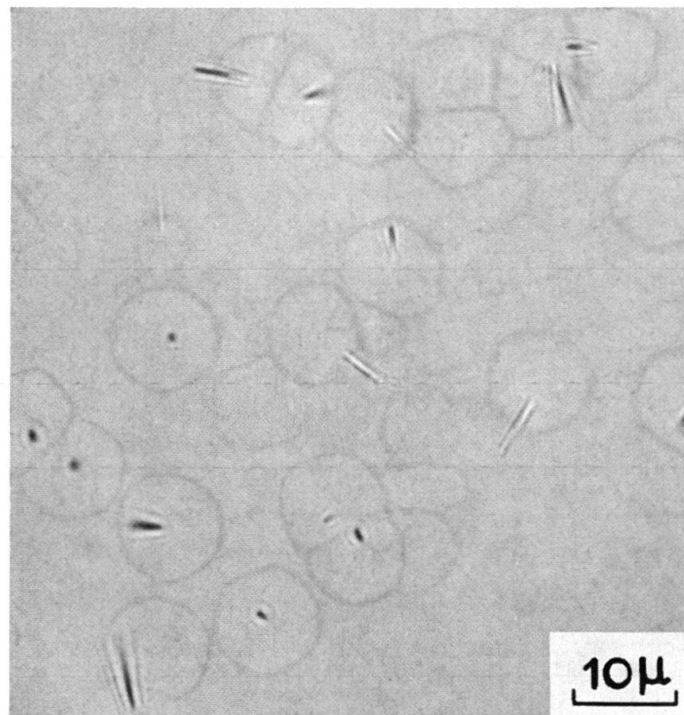


Fig. 5. Spontane Spaltspuren auf (0001) eines Apatites von Durango/Mexiko in Ölimmersion; angeätzt 20 sec in 65%  $\text{HNO}_3$ .

Anders sind die Spaltspurenalter der Apatite aus den Vulkaniten des Katzenbuckels im östlichen Odenwald zu verstehen. Sie ergaben Werte um 60 Ma und wurden von WAGNER 1968 wegen der relativ schnellen Abkühlung vulkanischer Gesteine als Bildungsalter der Apatite interpretiert. Ältere K/Ar-Datierungen (LIPPOLT et al. 1963) an Augiten, Biotiten und Gesamtgestein ergaben Alter zwischen 52 und 66 Ma. Kürzlich fanden HORN et al. 1969 für Nephelin und Biotit K/Ar-Alter von 68 Ma. Dieses hohe K/Ar-Alter hat uns veranlasst zu prüfen, ob es sich bei den Apatiten des Katzenbuckels wirklich um thermisch völlig unbeeinflusste Spaltspurenalter handelt. Angeregt durch unsere schon erwähnten Untersuchungen an Australiten haben wir auch in Apatiten den Einfluss von Wärmebeanspruchung auf die Ätzgeschwindigkeit entlang der Spaltspur studiert. Für diesen Zweck wurden die schon von WAGNER 1967 getemperten Proben verwandt. Es wurden die in der Projektion erscheinenden Längen der Ätzkanäle gemessen, die sich von der Spitze der hexagonalen Ätzpyramiden in das Kristallinnere hineinziehen (Fig. 5). Als Resultat ergab sich, dass auch im Apatit die Ätzgeschwindigkeit entlang der Spaltspur vom Grad der thermischen Beanspruchung abhängt: Mit zunehmendem Ausheizgrad werden unter identischen Ätzbedingungen die Ätzkanäle kürzer und die Anzahl der Spaltspuren geringer (Fig. 6). Ausgehend von dieser Beobachtung sollte sich also eine thermische Beanspruchung erkennen und korrigieren lassen, wenn die mittlere Länge der angeätzten, spontanen Spaltspuren mit der der induzierten verglichen wird (unter gleichen Ätzbedingungen und auf gleichen kristallographischen Flächen).

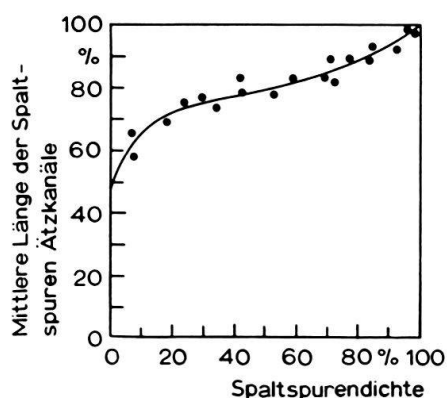


Fig. 6. Abhängigkeit des mittleren Verkürzungsgrades der Ätzkanallängen vom Verminderungsgrad der Spurenanzahl für Apatit nach thermischer Beanspruchung; gemessen auf (0001), angeätzt 15 sec in 65%  $\text{HNO}_3$ . Diese Kurve kann zur Korrektur thermisch verjüngter Spaltspurenalter benutzt werden.

Angewandt auf die Odenwälder Apatite ergab sich, dass sich in ihnen die spontanen Spaltspuren tatsächlich langsamer anätzen lassen als die induzierten und damit ihre thermische Beanspruchung verraten: Ätzkanäle der spontanen Spaltspuren in Apatiten des Bergsträsser Odenwaldes sind im Mittel 20% bis 30% kürzer als die der induzierten; die Ätzkanäle der spontanen Spaltspuren der Apatite des Katzenbuckels sind im Mittel 10% kürzer als die der induzierten. Die Spaltspurenalter der Apatite des Katzenbuckels sind also nicht thermisch völlig unbeeinflusst wie ursprünglich vermutet, sondern sie sind thermisch leicht beeinflusst. Das mag daher rühren, dass auch bei



gewöhnlichen Temperaturen, die über geologische Zeiträume wirksam sind, die Spaltspuren nicht völlig stabil bleiben. Unter der bisher noch nicht geprüften Annahme, dass die Korrekturkurve der Figur 6 für verschiedene Apatite ähnlich ist, lassen sich die thermisch beeinflussten Spaltspurenalter der Katzenbuckelapatite auf einen etwa 10% bis 20% höheren Wert korrigieren.

### Untersuchungen an Zirkonen

Zirkone sind für Spaltspurendatierungen besonders wertvoll. Einmal weil ihr hoher Urangehalt auch Altersbestimmungen geologisch sehr junger Proben gestattet, zum anderen ist nach FLEISCHER et al. 1965 Zirkon das Mineral, in dem die Spaltspuren am stabilsten gegenüber Wärmeeinwirkungen sind. Bisher wurden nur einige Spaltspurendatierungen durchgeführt. CARBONNEL und POUPEAU 1969 geben Spaltspurenalter einiger Zirkone aus pleistozänen Basaltflüssen an. Jedoch sind weder stratigraphische Alter dieser Basaltflüsse genau genug bekannt, noch radiometrische Vergleichsalter vorhanden. Allerdings entsprechen die Spaltspurenalter dieser Zirkone dem pleistozänen Alter der Basaltflüsse. Wegen der inhomogenen Uranverteilung in den Zirkonen zählen CARBONNEL et al. die spontanen und induzierten Spaltspuren an korrespondierenden Kristallspaltflächen. Die induzierte Spaltspurendichte multiplizieren sie mit einem Faktor  $f = 2$ , weil die induzierte Spaltspurendichte an einer während der Neutronenbestrahlung äusseren Fläche bestimmt wird. Da jedoch beim Anätzen der Spaltspuren auch die gesamte Kristallfläche etwas abgeätzt wird, ist die Fläche nach dem Ätzvorgang bereits keine äussere Fläche mehr; d. h. der Faktor  $f = 2$  ist zu gross gewählt. Wir haben daher diesen Faktor experimentell bestimmt und erhielten  $f = 1,58$ . Berechnet mit diesem Faktor, müssten die Zirkonalter von CARBONNEL et al. um 26,5% grösser werden.

An sieben Zirkonen aus der Eifel haben wir Spaltspurendatierungen durchgeführt. Die bis einige mm grossen, rötlichen Zirkone werden in Basalten und Tuffen gefunden. Sie dürften jedoch älter als diese Gesteine sein. Vermutlich stellen sie die vom Basalt-

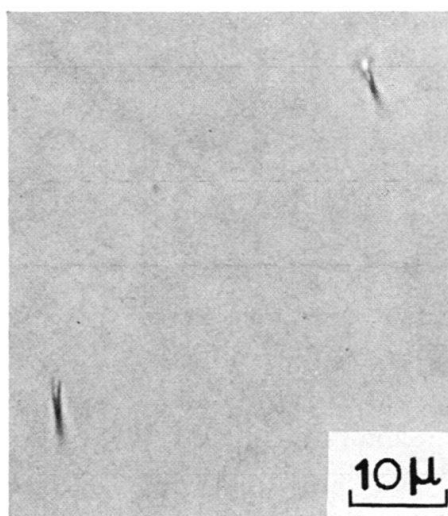


Fig. 7. Spontane Spaltspuren in Zirkon von Niedermendig/Eifel in Ölimmersion; angeätzt einige Minuten in 500°C H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>.

magma nicht resorbierten Reste des aufgeschmolzenen Grundgebirges dar. Die Kristalle wurden angeschliffen und bei 500 °C einige Minuten geätzt. Nach dem Auszählen der spontanen Spaltspuren wurden die Zirkone bei 800 °C einige Stunden lang ausgeheizt, wobei die spontanen Spaltspuren völlig ausheilten. Nach der Neutronenbestrahlung wurden die Flächen, an denen bereits die spontanen Spaltspuren ausgezählt wurden, etwa 30 bis 40  $\mu$  abgeschliffen, um eine während der Bestrahlung innere Fläche zum Auszählen der induzierten Spaltspuren zu schaffen. Grössere Schwankungen des Urangehaltes innerhalb solcher Bereiche wurden nicht beobachtet. Die gemessenen Spaltspurenalter sind in Tabelle 2 aufgeführt. Die Spaltspurenalter für Zirkone vom selben Fundpunkt stimmen innerhalb ihres Fehlers überein. Die Urangehalte der Zirkone liegen zwischen 100 und 1000 ppm.

Tab. 2. Spaltspurenalter von Zirkonen aus der Eifel

Lokalität	Spaltspurenalter <sup>a)</sup> in 10 <sup>6</sup> a <sup>b)</sup>
Niedermendig	0,157
Niedermendig	0,155
Ludwigstal b. Wehr	0,420
Ludwigstal b. Wehr	0,460
Steinbergkopf b. Niederlützingen	20,2
Steinbergkopf b. Niederlützingen	21,9
Finkenberg	24,0

<sup>a)</sup> Statistischer Zählfehler  $\pm 10\%$ .

<sup>b)</sup> Für  $\lambda_f = 8,42 \times 10^{-17} \text{ a}^{-1}$  (SPADAVECCHIA und HAHN 1967).

Obwohl die Zirkone vermutlich wesentlich älter als die Basalte und Tuffe sind, ist es jedoch ausgeschlossen, dass sie Spaltspuren aus der Zeit vor der Eruption behalten haben, weil die Spaltspuren bei Temperaturen ( $> 800^\circ\text{C}$ ) der Basaltschmelze nicht stabil sind. Die gemessenen Spaltspurenalter werden folglich kein höheres Alter als das der Eruption datieren. Andererseits lässt die relativ hohe thermische Stabilität der Spaltspuren in Zirkonen keine oder nur geringe Ausheileffekte erwarten, da die Oberflächenenergie schnell auf gewöhnliche Temperaturen abkühlten. Das Spaltspurenalter sollte daher den Zeitpunkt der Eruption bestimmen. Die gefundenen Spaltspurenalter können vorläufig auch hier nicht mit anderen radiometrischen Altern verglichen werden. Für die Basaltlaven von Niedermendig wird stratigraphisch ein jungpleistozänes Alter (Würm) angegeben. Auch für die Selbergittuffe wird ein pleistozänes Alter angenommen. Die Basalte vom Finkenberg und Steinbergkopf werden ins Jungtertiär gestellt. K/Ar-Datierungen von FRECHEN und LIPPOLT (1965) an Basalten und Sanidinen bestätigen pleistozäne Alter des Eifel-Vulkanismus. Ähnlich wie bei den Zirkon-Spaltspurenaltern von CARBONNEL et al. scheint auch hier in erster Näherung eine Übereinstimmung mit den geologischen Altern zu bestehen. Doch erst weitere Spaltspurendatierungen an stratigraphisch gesicherten Zirkonen und Zirkonen bekannten radiometrischen Alters können klären, ob sich die Spaltspurenalter als Eruptionsalter der Basalte und Tuffe deuten lassen. Insbesondere verspricht die Spalt-

spurenmethode auf Zirkone angewandt eine *Datierungsmöglichkeit für jungpleistozäne Proben zu bieten, die bisher mit keiner anderen Methode erfasst werden konnten.*

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Spaltspurenmethode nicht nur Altersbestimmungen gestattet, sondern auch Aussagen zur thermischen Geschichte von Gesteinen zulässt. Der scheinbare Nachteil, dass Spaltspurenalter häufig niedriger als andere radiometrische Alter sind, erweist sich als wertvolles Instrument, Temperaturen in einem Bereich zu messen, der anderen geologischen Arbeitsmethoden verschlossen bleibt.

### Danksagung

Den Herren Professoren Dr. W. Gentner und Dr. J. Zähringer möchten wir an dieser Stelle für die Förderung dieser Arbeit unseren Dank aussprechen. Für ihre Hilfe bei der Beschaffung der Proben sind wir den Herren Prof. Dr. J. Frechen, Prof. Dr. W. Hentschel, Dr. F. X. Michels, Prof. Dr. P. Ramdohr und Dr. Taborszky sehr zu Dank verpflichtet.

### LITERATURVERZEICHNIS

- CARBONNEL, J. P. & POUPEAU, G. (1969): *Premiers elements de datation absolue par traces de fission des basaltes de l'indochine meridionale.* Earth and Planet. Sci. Lett. 6, 26–30.
- FLEISCHER, R. L. & PRICE, P. B. (1964): *Glass Dating by Fission Fragment Tracks.* J. Geophys. Res. 69, 331.
- FLEISCHER, R. L., PRICE, P. B. & WALKER, R. M. (1965): *Effects of Temperature, Pressure and Ionization on the Formation and Stability of Fission Tracks in Minerals and Glasses.* J. Geophys. Res. 70, 1497.
- FRECHEN, J. & LIPPOLT, H. J. (1965): *Kalium-Argon-Daten zum Alter des Laacher Vulkanismus, der Rheinterassen und der Eiszeiten.* Eiszeitalter und Gegenwart 16, 5–30.
- GENTNER, W., STORZER, D. & WAGNER, G. A. (1969): *Das Alter von Tektiten und verwandten Gläsern.* Naturwiss. 56, 255.
- HORN, P., LIPPOLT, H. J. & TODT, W. (1969): *Alttertiäre Vulkanite des Oberrheintalgrabens; vorge-  
tragen auf dem Panethkolloquium, Heidelberg.*
- KREUZER, H. & TABORSZKY, F. (1967): *K/Ar-Alter von Amphibolen und Biotiten aus dem Kristallin des  
Odenwaldes; vorgetragen auf dem Odenwaldkolloquium, Mainz.*
- LIPPOLT, H. J., GENTNER, W. & WIMMENAUER, W. (1963): *Altersbestimmungen nach der K/Ar-Methode  
an tertiären Eruptivgesteinen Südwestdeutschlands.* Jh. Geol. L. A. Bad.-Württbg. 6, 507.
- NAESER, C. W. (1967): *Use of Apatite and Sphene for Fission Track Age Determinations.* Bull. Geol.  
Soc. Am. 78, 1523.
- PRICE, P. B. & WALKER, R. M. (1963): *Fossil Tracks of Charged Particles in Mica and the Age of  
Minerals.* J. Geophys. Res. 68, 4847.
- SPADAVECCHIA, A. & HAHN, B. (1967): *Die Rotationskammer und einige Anwendungen.* Helv. phys.  
Acta 40, 1063.
- STORZER, D. & WAGNER, G. A. (1969): *Correction of Thermally Lowered Fission Track Ages of  
Tektites.* Earth and Planet. Sci. Lett. 5, 463.
- STORZER, D. (1970): *Fission Track Dating of Volcanic Glasses and the Thermal History of Rocks.*  
Earth and Planet. Sci. Lett., 8, 55.
- WAGNER, G. A. (1967): *Spuren der spontanen Kernspaltung des <sup>238</sup>Urans als Mittel zur Datierung von  
Apatiten und ein Beitrag zur Geochronologie des Odenwaldes; Dissertation Heidelberg.*
- (1968): *Fission Track Dating of Apatites.* Earth and Planet. Sci. Lett. 4, 411.
  - (1969): *Spuren der spontanen Kernspaltung des <sup>238</sup>Urans als Mittel zur Datierung von Apatiten und  
ein Beitrag zur Geochronologie des Odenwaldes.* N. Jb. Miner. Abh. 110, 252.