Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae

Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft

Band: 63 (1970)

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

Artikel: Regionale und lokale Verjüngung des Argon-Alters am Beispiel des Kaukasus

Autor: Rubinstein, Mark

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-163840

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Eclogae geol. Helv.	Vol. 63/1	Pages 281–289	With 2 figures in the text and 6 tables	Basle, April 1970

Regionale und lokale Verjüngung des Argon-Alters am Beispiel des Kaukasus

von MARK RUBINSTEIN

Akademie der Wissenschaften der Grusinischen SSR, Geologisches Institut, Tbilisi, UdSSR

ABSTRACT

A great number of K-Ar determinations on pre-Mesozoic rocks of the Great Caucasus and Transcaucasia yield Hercynic ages, which date the metamorphic events and granitoids during the Bretonic, Sudetic and Uralic orogenic phases. Regional Ar-age rejuvenations caused mainly by these Hercynian metamorphic events obscured the pre-Hercynian history of the Caucasus, which is ascertained by field observations. The Mesozoic orogenic phases caused also regional Ar-age rejuvenations, specially pronounced on Middle – and Upper Jurassic –, or Lower and Upper Cretaceous rocks of the Southern slope of the Great Caucasus and in Transcaucasia. Cenozoic age rejuvenation is generally of local importance, being mainly connected with dynamic and contact-metamorphic events.

Infolge rascher Entwicklung der Analysenmethoden in der Geochronologie wurden in letzter Zeit zahlreiche Kalium-Argon-Altersbestimmungen ausgeführt, die den Versuch ermöglichten, die gewonnenen Daten mit der jeweiligen geologischen Situation zu vergleichen. Gerade der vielfach erzielte Erfolg führte bei zahlreichen Geologen zu der Überzeugung, dass diese Alterswerte meistens völlig vereinbar sind mit dem geologischen Aufbau und damit der geologischen Geschichte einer Region.

Auf Grund dieser Überzeugung wurden häufig kritiklos nur solche Alterswerte verwertet, die den Anhängern der traditionellen geologischen Methoden annehmbar erschienen, und es wurde dabei die Tatsache vergessen, dass das K-Ar-Alter der gesteinsbildenden Minerale zwar dem echten Alter entsprechen kann, sehr oft aber auch ein zu niedriges Alter ergibt. Zu hohe Argon-Alter bekommt man nur sehr selten, und jeder dieser Fälle muss sorgfältig geprüft und speziell studiert werden. Wertvolle Beispiele solcher Studien haben in den letzten Jahren E. GERLING und K. SHYROV veröffentlicht.

Ein Argonverlust, der zu einem zu niedrigen Alter führt, ist häufig und weit verbreitet. Deshalb ist eine systematische Gegenüberstellung der geologischen und geochronologischen Angaben sowie eine weitere Vervollkommnung des Interpretationsverfahrens in der Geochronologie für uns von besonderer Bedeutung.

In dieser Hinsicht ist der Kaukasus, dessen geologische Struktur gut bekannt ist, und der eine komplizierte geologische Entwicklung durchgemacht hat, ein lohnendes Objekt. Eines der interessantesten Probleme der Geologie des Kaukasus ist die Frage des Alters seines kristallinen Sockels, von dem man bis zum Anfang der fünfziger Jahre annahm, dass er präkambrisch (archäisch und proterozoisch) sei.

Dagegen wurde seit dem Beginn der K-Ar-Untersuchungen vor etwa 15 Jahren bis zum Jahre 1965 kein einziger zuverlässiger Alterswert veröffentlicht, den man als vorherzynisch betrachten könnte. Wir verstanden dies als Folge der herzynischen Metamorphose und Granitbildung, die einen Verlust des radiogenen Argons und damit eine Nivellierung der K-Ar-Alter verursachte. Die von G. AFANASS'YEV (1965) an den Granit-Gneisen von Beskes-Moschtschewaja gefundenen ordovizischen Alterswerte (bis etwa 450 Millionen Jahre) stellten deshalb einen besonders interessanten Fall dar.

Um zusätzliche Angaben zu bekommen, wurden spezielle Feldarbeiten in der obengenannten Gegend durchgeführt, und zwar entlang des Baches Moschtschewaja und bei der Mündung des Flusses Beskes. Fig. 1 zeigt die Lokalitäten der Granit-Gneis-Proben, aus denen die für die Altersbestimmung verwendeten Glimmer stammen. Ausserdem sind die Vorkommen von Serpentingesteinen, von Granitoiden und die metamorphen Ablagerungen des Mittleren bis oberen Devon, sowie der fast horizontal lagernde Jura eingezeichnet.

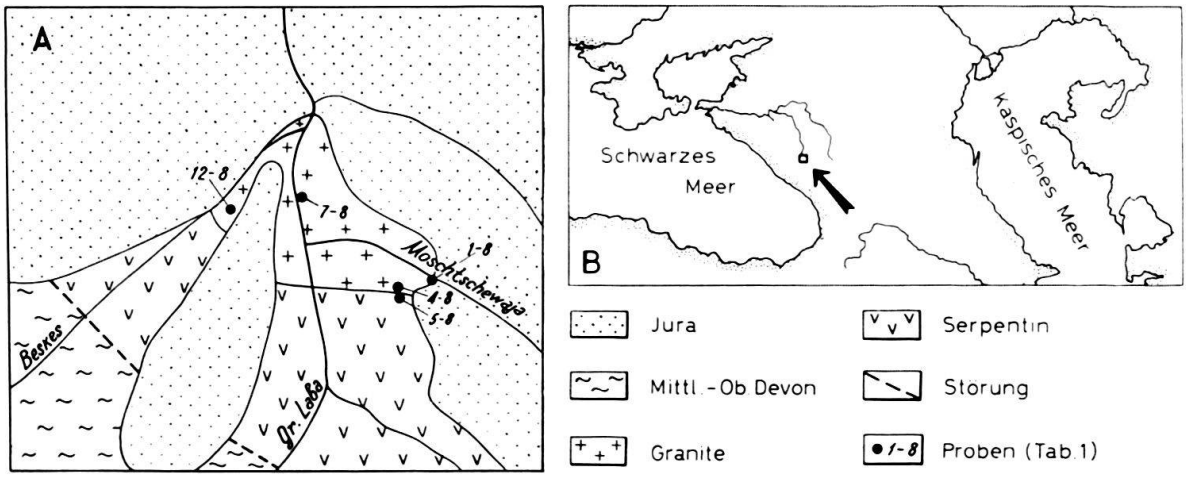

Fig. 1. Geologische Kartenskizze des Moschtschewaja-Beskes-Gebiets (Kaukasus) (A). In der Übersichtsskizze (B) ist das Kartengebiet mit Pfeil markiert.

Die Serpentinite sind von Graniten durchschlagen und teilweise assimiliert worden. Im Kontaktbereich bildete sich ein Saum aus Phlogopit aus. Die granitoiden Gesteine sind zur Hauptsache Plagioklas-Granite, Granodiorite und Plagioklas-Gneise. Man findet hier auch kataklastische Plagioklas-Granite mit grossen neugebildeten Porphyroblasten von gegittertem Mikroklin. Biotite am Kontakt der Granitoide zeichnen sich durch einen niedrigen Eisengehalt aus (FeO – von 3,2 bis 7,9 %; Fe_2O_3 – von 2.1 bis 7.1 %), was auch durch die deutliche Tendenz zu fallenden Werten vom Inneren des Granits zum Kontakt hin zum Ausdruck kommt. Dabei bleibt der Eisengehalt aber auch im Innern ziemlich niedrig (FeO + Fe_2O_3 = 15–18 %). Andererseits sind diese Biotite reich an Magnesium (MgO – von 12,0 bis 17,8 %).

Man muss zwei petrologische Eigenschaften der Granite von Moschtschewaja und Beskes hervorheben:

1. Muskovit, wie auch die Mineralien der Epidot-Gruppe, bildet sich sowohl aus kataklastischem Albit-Oligoklas als auch aus Biotit;

2. Die Muskovite enthalten eine ziemliche Menge an Fe_2O_3 (bis 4%) und MgO (bis 2%). Dies gilt auch für die Muskovite der Vordergratzone im Tal der Grossen Laba.

Nach G. AFANASS'YEV ist der Phlogopit vom Kontakt zum Serpentinit von Moschtschewaja 450 Mill. Jahre alt, und für die Probe N 141/64, die uns G. AFANASS'YEV liebenswürdigerweise zur Verfügung stellte, erhielten wir praktisch denselben Alterswert, nämlich 456 ± 12 Mill. Jahre.

Für drei Biotite, die aus Granit und Aplit stammen, hat G. AFANASS'YEV kleinere Werte veröffentlicht – von 398 bis 415 Mill. Jahren. Um zusätzliche Altersbestimmungen zu erhalten, haben wir, zusammen mit D. SCHENGELIA, ausser den Fe-Mg-Glimmern auch die Muskowite untersucht. Entsprechende Alterswerte sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tab. 1. Argonalter der Granitoide von Moschtschewaja-Beskes.

NN	Proben Nr.	Probe, Gestein, Ortsangabe	K % [1]	Ar^{40} nmm^3/g [1]	Alter (10^6 Jahre) [2]
1	5-8	Phlogopit, phlogopitisierter Serpentin; südlicher Exokontakt der Granitoide von Moschtschewaja	8,36 (2)	0,15745 (2)	439 ± 9
2	4-8	Glimmer (zwischen Biotit und Phlogopit), zweiglimmeriger Plagiogranit-Granodiorit; südlicher Endokontakt der Granitoide von Moschtschewaja	4,96 (2)	0,07876 (2)	377 ± 16
3	1-8	Muskowit, muskowitisierter Plagiogranit; Flussbett von Moschtschewaja	5,01 (3)	0,06980 (2)	335 ± 9
4	7-8	Muskowit, muskowitisierter Plagiogranit; rechtes Ufer des Grossen Laba	7,61 (2)	0,11751 (2)	367 ± 11
5	12-8	Muskowit – Biotitische Fraktion, Granodiorit; südwestliche Peripherie, linkes Ufer des Beskes	7,52 (2)	0,12668 (2)	397 ± 11

[1]) In Klammern: Zahl der Messungen.
[2]) $\lambda\beta = 4{,}72 \cdot 10^{-10}$ Jahre^{-1}; $\lambda_k = 0{,}557 \cdot 10^{-10}$ Jahre^{-1}.

Wie aus dieser Tabelle ersichtlich, befinden sich unsere K-Ar-Alter des Phlogopits und der Biotite in vollkommener Übereinstimmung mit den von AFANASS'YEV gefundenen Daten. Was die Muskovite betrifft, so sind ihre Alterswerte viel niedriger als die der Eisen-Magnesium-Glimmer (335–367 Mill. Jahre). Sie stimmen gut mit den Alterswerten überein, die für die Muskovite des oberdevonen bis unterkarbonen Uruschtenkomplexes typisch sind. Daraus folgt, dass die maximalen Alterswerte der Eisen-Magnesium-Glimmer von ungefähr 440–455 Mill. Jahren entweder dem echten Alter der hybriden Plagioklasgranite bis Granodiorite von Moschtschewaja-Beskes

entsprechen sollten, oder dass es sich um «verjüngte» Alterswerte handelt. Letztere könnten infolge eines Argonverlustes entstanden sein, den diejenigen Granitoide erlitten haben, die älter als das Mittlere Ordovizium sind.

Nach einer Mitteilung von G. AFANASS'YEV hat man in den Laboratorien von Bern, Moskau und Erewan für einen aus der obengenannten Ortschaft stammenden Phlogopit ein zwischen 300–345 Mill. Jahren variierendes Rb-Sr-Alter erhalten. Da das Rb-Sr-Verhältnis gestört zu sein scheint, ist es schwierig, sich vorzustellen, dass das Argonalter derselben Glimmer keine Verjüngung erlitten hätte.

Was die frühherzynischen Alterswerte der Muskovite betrifft, so sollen sie den Zeitpunkt einer jüngeren Muskovitbildung (wie auch Epidotneubildung, Albitisation und Verquarzung) kennzeichnen.

Alle diese Prozesse hängen mit der sauren Phase des magmatischen Uruschtenkomplexes zusammen, die eine bereits früher vergneiste und unter Kataklase beanspruchte präherzynische, ordovizische oder noch ältere Intrusion beeinflusste. Unterschiedliche Intensität dieser späteren Muskovitbildungen führte natürlich zu verschieden hohen Argonverlusten bei den Fe-Mg-Glimmern.

Wie soll man aber das Fehlen von reliktischen, kaledonischen oder noch älteren Alterswerten im Kristallin der südlichen Zonen des Grossen Kaukasus erklären?

Eine eindeutige Antwort auf diese Frage können wir zur Zeit nicht geben. Entweder sind solche Relikte vorhanden und man wird sie über kurz oder lang entdecken, oder aber die Wirkung der herzynischen Verjüngung setzte sich in südlicher Richtung fort und führte hier zu einer völligen Nivellierung der K-Ar-Alter. Eine weitere Möglichkeit wäre, dass die kaledonische Orogenese nur den nördlichen Teil der Geosynklinale des Grossen Kaukasus beeinflusst hat, während im südlichen Teil zu der Zeit noch geosynklinale Verhältnisse herrschten.

Gehen wir nun zu den ziemlich zahlreichen herzynischen Daten über, die für die kristallinen Gesteine des Grossen Kaukasus erhalten wurden.

In Tabelle 2 sind neue, bisher unveröffentlichte Alterswerte für die Granitoide und kristallinen Schiefer des Nordkaukasus zusammengefasst. Ausser den Glimmerdaten sind auch einige am Gesamtgestein bestimmte Kalium-Argon-Alterswerte aufgeführt, die natürlich kleiner sind als die aus den Glimmern gewonnenen.

In Tabelle 3 sind K-Ar-Alter von Glimmern aufgeführt, die aus kristallinen Gesteinen der Überschiebungszone im Südhang des Grossen Kaukasus stammen.

Alle uns zur Verfügung stehenden Daten an Glimmern sind in den beiden Histogrammen von Figur 2 zusammengefasst. Unter den 36 gemessenen Proben vom Nordkaukasus hat die grösste Gruppe (14 Glimmerproben) ein Alter von 315 bis 335 Mill. Jahren, was dem Mittleren Karbon entspricht, während eine Gruppe von 7 Glimmern auf den Zeitraum von 350 bis 370 Mill. Jahren – d.h. Oberes Devon bis Unteres Karbon – entfällt.

Geologisch-stratigraphisch würde das bedeuten, dass die Entwicklung des Uruschtenkomplexes und die gleichzeitige Metamorphose mit der bretonischen Faltungsphase im Zusammenhang steht, während die Bildung der Mikroklingranite und die entsprechende Metamorphose der sudetischen Phase angehört. Die Glimmer des Südabhanges des Grosse Kaukasus zeigen ebenfalls eine dem Uruschtenkomplex entsprechende Altersgruppe, aber an Stelle des mittelkarbonen Alters findet man hier

Tab. 2. Argonalter der herzynischen Granitoide des Nordkaukasus.

NN	Proben Nr.	Probe, Gestein, Ortsangabe	K %	Ar^{40} nmm^3/g	Alter (10^6 Jahre)
1	12	Muskowit, Pegmatitgang; Fl. Sadon	7,81 (5)	0,10733 (2)	330 ± 15
2	2377	Biotit, Gneis; Fl. Tscherek, balkarischer	6,71 (4)	0,07692 (3)	287 ± 4
3	2524	Biotit, Plagiogranit; Fl. Tscherek, balkarischer	6,29 (4)	0,07770 (3)	317 ± 13
4	2504	Biotit, zweiglimmeriger kristalliner Schiefer; Fl. Tscherek balkarischer	6,86 (3)	0,08978 (3)	316 ± 10
5	2323	Biotit, Plagiogranit; Fl. Hasnydon	6,80 (4)	0,08444 (2)	301 ± 17
6	2331	Biotit, Granodiorit; Fl. Hasnydon	6,79 (4)	0,09172 (2)	325 ± 12
7	2629	Muskowit, Pegmatitgang; Fl. Tscherek, besengischer	8,76 (2)	0,10534 (3)	292 ± 7
8	2673	Kristalliner Schiefer; Fl. Tscherek besengischer	2,69 (2)	0,03060 (3)	286 ± 15
9	2694	Migmatit; Fl. Tschegem	4,53 (2)	0,04570 (4)	252 ± 10
10	2102	Quarzdiorit; Fl. Uruch	2,50 (2)	0,02561 (4)	251 ± 22
11	288-6	Plagiogranit; Grosse Laba	2,32 (2)	0,03181 (4)	330 ± 31
12	291-6	Granodiorit; Fl. Moschtschewaja	3,04 (2)	0,03443 (3)	286 ± 20
13	300-5	Biotit, Granit; Fl. Teberda	6,54 (3)	0,08776 (3)	323 ± 8
14	142-6	Biotit, Plagiogranit; Fl. Belaja («Massiv» von Dachowka)	4,52 (2)	0,05326 (4)	287 ± 10
15	232-6	Muskowit, Plagiogranit; Grosse Laba	7,10 (2)	0,11549 (3)	385 ± 8
16	168-6 (M)	Muskowit-Fraktion, Plagiogranit; Fl. Pschechaschcha	3,71 (3)	0,04584 (3)	299 ± 19
17	168-6	Feldspat-Fraktion, Plagiogranit; Fl. Pschechaschcha	1,88 (4)	0,01580 (4)	209 ± 18
18	21-8	Biotit, Granodiorit; Fl. Utschkeken (Eschkakon)	4,68 (2)	0,07140 (2)	363 ± 17
19	24-8	Muskowit, Granit; Fl. Tysyl	8,54 (3)	0,11354 (2)	321 ± 9
20	2390	Biotit, Pegmatoid; Fl. Tscherek, balkarischer	5,31 (2)	0,06658 (2)	304 ± 10
21	402	Muskowit, Pegmatoid; Fl. Teberda	8,48 (2)	0,11146 (2)	317 ± 23
22	181	Biotit-Fraktion, Kinzigit, Fl. Kuban	3,98 (2)	0,04258 (2)	261 ± 11

Tab. 3. Argonalter der herzynischen Glimmer des achsennahen Teiles des Südhanges des Grossen Kaukasus.

NN	Proben Nr.	Probe, Gestein, Ortsangabe	K %	Ar^{40} nmm^3/g	Alter (10^6 Jahre)
1	2540	Biotit, Pegmatitgang, Fl. Gwandra	4,19 (2)	0,0635 (4)	361 ± 11
2	585	Biotit, kristalliner Schiefer, Kluchori-Pass	6,30 (2)	0,0928 (2)	344 ± 10
3	1154	Muskowit, Gneis, Fl. Laschipse	6,90 (3)	0,1050 (3)	363 ± 17
4	1172	Muskowit, Gneis, Fl. Laschipse	7,88 (4)	0,1086 (3)	331 ± 5
5	1187	Muskowit, Pegmatitgang, Berg Kamenistaja	7,42 (2)	0,1141 (3)	366 ± 19
6	1545	Muskowit, kristalliner Schiefer, Quellen des Fl. Belaja	5,66 (2)	0,0865 (3)	364 ± 17
7	2543	Muskowit, Pegmatitgang, Berg Tsalgmili	8,66 (2)	0,1034 (3)	290 ± 7
8	2397	Muskowit, Pegmatitgang, Dongusorun-Pass	8,66 (2)	0,1068 (4)	299 ± 12
9	2202	Muskowit, Pegmatitgang, Berg Toti	8,69 (2)	0,1036 (3)	290 ± 11
10	2683	Biotit, Pegmatitgang, Fl. Nenskra	6,71 (2)	0,0805 (2)	291 ± 13
11	2368	Muskowit, Quarz-Muskowitischer Gang, Utwiri-Pass	7,70 (2)	0,0962 (2)	303 ± 13
12	458	Muskowit, Pegmatitgang, Berg Edena	8,71 (2)	0,1048 (2)	292 ± 21
13	2192	Muskowit, Pegmatitgang, Fl. Twiberi	8,27 (2)	0,1056 (3)	308 ± 13

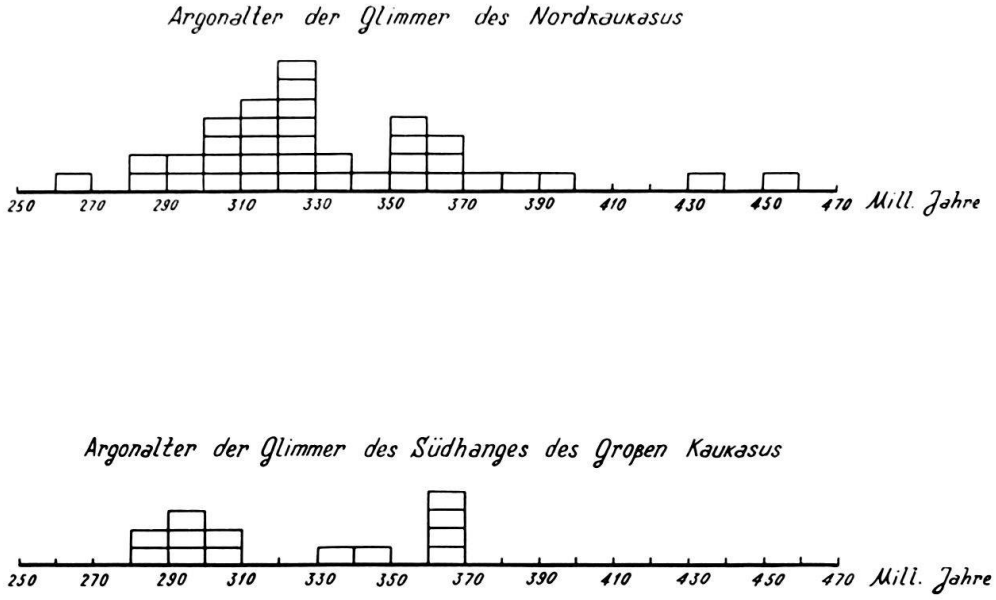

Fig. 2. Verteilung der Argonalter im Kaukasus.

oberkarbones (von 280 bis 305 Mill. Jahren), das man der asturischen (uralischen) Phase zuschreiben kann. In diesem Fall kann es sich sowohl um Granitbildungsprozesse als auch um regionale Argonverjüngungen handeln, die in unmittelbarer Nähe der Hauptverschiebungszone stattfanden.

Bevor wir die in den kristallinen Gesteinen des Südhanges des Grossen Kaukasus ausgeprägte Argon-Alter-Verjüngung näher behandeln, ist es notwendig, sich der Frage des Alters der Granite, die mit den mesozoischen Faltungsphasen eng verknüpft sind, zu widmen. An Hand geologischer Beobachtungen ist die grosse Rolle der bathonischen Faltungsphase an der Bildung der tektonischen Grundzüge Transkaukasiens gesichert, ebenso wie der Zusammenhang zahlreicher Intrusivkörper, darunter des Kelassurischen Instrusivmassivs, mit dieser Phase.

In Tabelle 4 sind die Alterswerte bathonischer Intrusiva zusammengestellt. Aus diesen Angaben ist unter anderem ersichtlich, dass die Grenze zwischen Bajocien und Bathonien bei ungefähr 170 bis 175 Mill. Jahren liegt. Dies wurde auch durch Rb-Sr-Altersbestimmungen bestätigt. Für die Mikrokline der bathonischen Intrusiva erhielten wir viel jüngere Alterswerte, nämlich 125 bis 140 Mill. Jahre. Diese lassen es ziemlich wahrscheinlich erscheinen, dass das aus der Tabelle 5 ersichtliche Vorherrschen der jurassischen K-Ar-Alter der in jedem Falle verjüngten prämesozoischen Gesteine vom Südhang des Grossen Kaukasus – wenn auch nur zum Teil – eine Folge der bathonischen Regionalmetamorphose und auch der Kontakteinwirkungen der während der bathonischen orogenen Phase aufgedrungenen Intrusiva sein muss. Für die Proben NN 186 und 123 ist diese Folgerung durch unabhängige Feldbeobachtungen bestätigt worden. Was die Daten anbetrifft, die ein jüngeres Alter als Jura ergeben, so ist es selbstverständlich, dass die Ursachen solcher Verjüngung nicht in präkretazischen Ereignissen zu suchen sind. Die Verjüngung, die wir in der Umgebung des Gletschers Kirtischo beobachteten (Probe NN 1340 und 1332), ist streng lokal. Es handelt sich dabei um eine oberpliozäne Dazitintrusion.

Tab. 4. Argonalter der Glimmer der bathonischen Intrusiva von Westgrusinien.

NN	Proben Nr.	Probe, Gestein, Ortsangabe	K %	Ar^{40} nmm^3/g	Alter (10^6 Jahre)
1	9	Biotit, Granit (Kelassuri-Intrusiv), Fl. Amtchel	6,18 (8)	0,0410 (6)	167 ± 8
2	9	Biotit, Granit (Kelassuri-Intrusiv), Fl. Amtchel		Rb–Sr	172
3	σ/H (2)	Biotit, Granit (Gumissta-Intrusiv), Fl. W. Gumissta	5,83 (3)	0,0404 (4)	174 ± 5
4	2	Biotit-Hornblende Schliere, Granit (Djampal-Intrusiv), Fl. Djampal	2,66 (3)	0,0180 (3)	170 ± 10
5	294	Biotit, Monzonit (Zima-Intrusiv), Fl. Zima	5,90 (5)	0,03944 (3)	168 ± 12
6	24/64	Biotit, Granit, Jurgiagrat	5,56 (2)	0,03884 (2)	175 ± 12
7	887	Hornblende-Biotit-Fraktion, Diorit (Santschar-Intrusiv), Fl. Augribsa	1,37 (2)	0,0092 (2)	169 ± 22
8	A	Hornblende-Biotit-Fraktion, Granodiorit (Chevi-Intrusiv), Fl. Tsakura	1,18 (2)	0,0079 (2)	168 ± 10
9	И	Biotit, Gabbro (Rikoti-Intrusiv), Fl. Rikotistskali	5,11 (2)	0,0331 (2)	163 ± 11

Tab. 5. Herzynische Gesteine des Südhanges des Grossen Kaukasus mit verjüngtem Argonalter.

NN	Proben Nr.	Probe, Gestein, Ortsangabe	K %	Ar^{40} nmm^3/g	Alter (10^6 Jahre)
1	11/59	Biotit-Fraktion, Granitoid, Darjal-Schlucht	4,96 (2)	0,0250 (2)	128 ± 6
2	10/59	Granitoid, Gveleti-Intrusiv, Fl. Terek	3,36 (2)	0,0099 (3)	76 ± 3
3	δ/H (8)	Biotit-Fraktion, Granitoid, Kassar-Schlucht	4,24 (2)	0,0268 (2)	159 ± 9
4	δ/H (8)	Feldspat-Fraktion, Granitoid, Kassar-Schlucht	3,89 (2)	0,0187 (3)	122 ± 11
5	2	Mikroklin, Quarz-Feldspat-Gang, Kassar-Schlucht	7,72 (2)	0,0302 (2)	100 ± 11
6	1215	Biotit, Glimmerschiefer, Gletscher Tsichwarga	4,32 (2)	0,0238 (4)	140 ± 11
7	1315	Biotit, Glimmerschiefer, Gletscher Tsichwarga	4,93 (2)	0,0293 (2)	150 ± 7
8	1157	Biotit, Glimmerschiefer, Gurdiwtsek-Pass	5,72 (3)	0,0344 (2)	152 ± 4
9	1169	Amphibolit, Gurdiwtsek-Pass	1,18 (2)	0,0068 (2)	146 ± 20
10	65	Amphibolit, Fl. Augribsa	0,74 (2)	0,0059 (3)	197 ± 20
11	185	Amphibolit, Makera-Pass	0,38 (2)	0,0020 (2)	134 ± 25
12	1340	Muskowit, Pegmatitgang, Gletscher Kirtischo	8,62 (2)	0,0842 (2)	241 ± 9
13	1332	Biotit, Glimmerschiefer, Gletscher Kirtischo	4,16 (2)	0,0158 (2)	98 ± 6
14	186	Phyllit, Kwischi-Schichtreihe (C_3)	2,48 (2)	0,01589 (2)	187 ± 8
15	123	Phyllit, Kwischi-Schichtreihe (C_3)	2,08 (2)	0,02209 (3)	260 ± 27

Im Rahmen dieser Arbeit besteht keine Möglichkeit, die K-Ar-Alter der magmatischen und metamorphen Gesteine der transkaukasischen prämesozoischen kristallinen Massive, zu denen das Dzirulamassiv, das Chramimassiv und das Lokimassiv gehören, ausführlich zu besprechen. Für die Glimmer aus dem Dzirulamassiv bekamen wir meistens mittel- oder oberkarbone Alterswerte. Die Fälle der mesozoischen Argon-Alter-Verjüngung sind anscheinend nur mit der bathonischen Phase verbunden.

Im Chramimassiv sind diese Verjüngungsprozesse hauptsächlich durch den Magmatismus der Kreidezeit bedingt. Zum Lokimassiv sei vermerkt, dass das mittelkarbone K-Ar-Alter der Mikroklingranite (325 bis 322 Mill. Jahre) durch das Rb-Sr-Alter (338 Mill. Jahre) bestätigt ist. Eine Argon-Alter-Verjüngung hat hier im Jura und in der Kreide stattgefunden (Tab. 6).

Tab. 6. Argonalter der magmatischen und metamorphen Gesteine des Loki-Massivs.

NN	Proben Nr.	Probe, Gestein, Ortsangabe	K %	Ar^{40} nmm^3/g	Alter (10^6 Jahre)
1	7	Muskowit, Pegmatitgang, Dorf Djandar	8,25 (3)	0,1120 (3)	325 ± 12
2	7	Feldspat, von derselben Probe	6,37 (2)	0,0430 (2)	169 ± 5
3	6/59	Muskowit-Fraktion,Glimmerschiefer, Fl.Pinasauri	4,05 (3)	0,0561 (3)	333 ± 11
4	6/59	Glimmerschiefer, Fl. Pinasauri	4,06 (2)	0,0480 (4)	287 ± 15
5	8/59	Hornblende-Biotit-Fraktion, Granit, Fl. Djandaris-Chevi	0,98 (3)	0,0084 (3)	212 ± 26
6	7/59	Mikroklin-Fraktion, Alaskit, Fl. Djandaris-Chevi	3,39 (3)	0,0184 (2)	137 ± 5
7	δ/H	Chloritschiefer, Fl. Pinasauri	1,04 (2)	0,0043 (2)	106 ± 29
8	Л-77	Muskowit, Pegmatitgang, Dorf Djandar	7,95 (4)	0,10984 (2)	332 ± 11
9	Л-77	Muskowit, Pegmatitgang, Dorf Djandar		Rb–Sr	338
10	Л-77	Mikroklin von derselben Probe	7,66 (3)	0,05629 (3)	184 ± 7
11	Л-72	Aplit, Fl. Djandaris-Chevi	4,30 (2)	0,03515 (3)	203 ± 11
12	Л-21	Porphyrartiger Granit, Fl. Djandaris-Chevi	3,12 (2)	0,01676 (3)	127 ± 10
13	Л-176	Granitoid, Dorf Djandar	1,38 (2)	0,00463 (3)	86 ± 15
14	Л-149	Quarzporphyr, Fl. Loki	1,91 (2)	0,00866 (4)	116 ± 11
15	Л-III	Porphyrartiger Granit, Fl. Loki	2,27 (2)	0,00869 (2)	98 ± 12
16	П-253	Quarzporphyr, Fl. Ach-su	2,11 (2)	0,00713 (2)	86 ± 13
17	П-200	Aplitartiger Granit, Fl. Ach-su	2,45 (3)	0,00873 (4)	92 ± 10
18	П-3	Aplitartiger Granit, Fl. Gülmachmud-tschai	3,14 (2)	0,01138 (3)	93 ± 4
19	П-2	Granit, Fl. Poladauri	3,08 (3)	0,00771 (4)	65 ± 5
20	П-255	Muskowit, Granit, Fl. Poladauri	6,88 (2)	0,07155 (3)	255 ± 12
21	П-237	Granit, Fl. Baritis-chevi	3,83 (3)	0,02032 (3)	141 ± 5

Schliesslich ergab die Bestimmung der K-Ar-Alter von Hydroglimmer-Neubildungen in den Nebengesteinen mancher hydrothermaler Erzlagerstätten die Möglichkeit, lokale Argon-Alter-Verjüngungsprozesse festzustellen, deren Alter der Oberen Kreide (80 Mill. Jahre), dem Oberen Eozän (36 bis 37 Mill. Jahre) und Unteren Miozän (23 bis 25 Mill. Jahre) entsprechen.

Zusammengefasst ergibt sich folgendes Bild:

1. Die präherzynische Entwicklung des Kaukasus ist grösstenteils durch den herzynischen, regionalen Argonverlust maskiert, der sich im einzelnen den entsprechenden Faltungsphasen (bretonische, sudetische und uralische) zuordnen lässt. Vorherzynische, reliktische Alterswerte sind einstweilen nur im Nordkaukasus gefunden worden.
2. Die mesozoischen Phasen der Faltungs- und Granitbildung wurden ebenfalls von einer regionalen Argon-Alter-Verjüngung begleitet. Das Ausmass der mesozoischen Verjüngung nimmt vom Nordkaukasus zum Kleinen Kaukasus zu.

3. Die känozoische Argon-Alter-Verjüngung hat einen lokalen Charakter und ist meistens mit den jungen tektonischen Strukturen, den Kontakten der intrusiven Körper und den Zonen der hydrothermalen Umwandlung verbunden.

LITERATURVERZEICHNIS

AFANASS'YEV, G., et al. (Г. Афанасьев и др.) (1965): Физические свойства горных пород в структурно-формационных зонах Северного Кавказа и их значение для интерпретации геофизических данных. Известия АН СССР, сер. геол. *9*.

GERLING, E., et al. (Э. Герлинг и др.) (1967): Об избыточном содержании Ar^{40} в хлорите. Геохимия *10*.

RUBINSTEIN, M., (М. Рубинштейн) (1967): Аргоновый метод в применении к некоторым вопросам региональной геологии. АН ГССР. Тбилиси.

SHYROV, K., et al. (К. Жиров и др.) (1968): Избыточный аргон в биотите. Геохимия *7*.