

Die Anwendung von statistischen Methoden bei der Lösung biostratigraphischer Probleme

Von A. T. VEGUNI *)

(Übersetzung aus dem Russischen)

Schlüsselwörter

Biostratigraphie
stratigraphische Gliederung
mathematische Statistik
Paläogenablagerungen
Nummuliten
Armenische SSR
Tauro-kaukasischer Geosynklinalraum

Zusammenfassung

Bei Berücksichtigung der Hauptpostulate der Biostratigraphie ist es mit Hilfe der Statistik möglich, einen für die betreffende stratigraphische Einheit bezeichnenden Artenkomplex zu definieren. Mit dieser Methode können z. B. innerhalb der Paläogenablagerungen der Armenischen SSR und angrenzender Gebiete neun stratigraphische Einheiten aufgestellt werden.

Abstract

In the Paleogene of the Armenian SSR and adjacent areas 9 stratigraphic units can be established. For this purpose significant species-groups of Foraminifera have been defined by means of statistical methods.

Historisch gesehen gestaltet es sich so, daß mindestens vier Gliederungsschemata der Paläogenablagerungen vorhanden sind, von denen jedes seine Vorzüge und Mängel hat. Der Vorzug des internationalen Stratotyps (Anglo-Pariser Becken) besteht darin, daß er als erster abgetrennt wurde und die weiteste Anerkennung fand. Der Stratotyp Südfrankreichs oder richtiger der Westalpen liegt territorial innerhalb des Mittelmeer-Geosynklinalgürtels und läßt sich leicht mit anderen Paläogenprofilen dieser Geosynklinale koordinieren. Der Stratotyp der Krim und ihr Parastratotyp am Kuban sind leicht mit den analogen Schemata des Südens der UdSSR (ohne Transkaukasien) koordinierbar und werden als Grundlage der Paläogeneinteilung des Südens der UdSSR angenommen. Das Einteilungsschema des Paläogens der Insel Trinidad, das von G. M. BOLLI erarbeitet wurde und von K. A. KRAŠENINNIKOV (5) als Stratotyp vorgeschlagen wurde, zeichnet sich durch harmonische Gliederung, Differenziertheit der Untergliederung und seine Anwendungsmöglichkeit auf großen Flächen aus.

Ungeachtet dessen, daß keines von ihnen frei von Fehlern ist, bestehen auch, was das Wichtigste ist, zwischen diesen Schemata große Differenzen. So wird nach dem Schema des Anglo-Pariser Beckens die Untergrenze des Paleozäns am unteren Ende der Ablagerungen der Zone mit *Globorotalia velascoensis* gelegt. Nach dem Schema der Westalpen wurde diese Grenze auf Grund der Ablagerungen der Zone mit *Globorotalia*

*) Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. A. T. VEGUNI, Lehrstuhl für Geologie, Karl Marx-Polytechnikum, Jerevan, Armenische SSR, UdSSR.

pseudobulloides gezogen, auf der Insel Trinidad an der Untergrenze der Ablagerungen der Zone mit *Globorotalia trinidadensis*; in dem Schema, das von V. A. KRAŠENINNIKOV erarbeitet wurde, befindet sie sich an der oberen Grenze der Zone mit *Globorotalia uncinata* und an der Untergrenze der Schicht mit *G. angulata*; im Kuban-Parastratotyp beginnen die Paleozän-Ablagerungen mit den Schichten der Zone mit *Globorotalia angulata*. Die Grenze von Paleozän und Eozän ist sehr deutlich definiert. Als Beginn des Eozäns gilt das massenhafte Auftreten von Nummulitiden, wenngleich einzelne Nummuliten schon aus dem Paleozän bekannt sind. Von den meisten Wissenschaftlern wird diese Grenze nach den Kleinforminiferen an die Untergrenze der Ablagerungen der Zone mit *Globorotalia subbotinae* gelegt oder in die oberen Schichten der Zone mit *Globorotalia velascoensis* oder *G. acarinata*. In der UdSSR wird zwischen den Zonen mit *Globorotalia acarinata* und *G. subbotinae* die Zone mit *G. aequa* eingeschoben und die Grenze zwischen Paleozän und unterem Eozän an der Untergrenze dieser Zone gezogen.

Komplizierter ist es mit der Festlegung der Grenze des unteren und mittleren Eozäns. Im Stratotyp der UdSSR liegt diese Grenze nach den Kleinforminiferen an der oberen Grenze der Ablagerungen mit *Globorotalia subbotinae* und im Liegenden der Ablagerungen der Zone mit *Globorotalia aragonensis*. Im Mittelmeerbecken verschiebt sich diese Grenze bedeutend nach oben; die Ablagerungen der Zone mit *Globorotalia aragonensis* werden zum unteren Eozän gezählt, hingegen wird die Grenze des unteren und mittleren Eozän an der Untergrenze der Zone mit *Acarinata crassaeformis* = *Ac. bullbrooki* gezogen. Diese Aufgabe wird eindeutig nach der Fauna großer Foraminiferen gelöst. Die Ablagerungen mit *Nummulites planulatus* gehören zum unteren Eozän. Die Ablagerungen, die *Nummulites laevigatus* enthalten, gehören ins mittlere Eozän. Die Grenzziehung von unterem und mittlerem Eozän nach den Großforaminiferen ruft nur dort gewisse Zweifel hervor, wo immer mehr typische mitteleozäne Formen zu finden sind mit gleichzeitigem Auftreten von *Nummulites planulatus*. Das wurde zum erstenmal auf dem Gebirgskamm des Sagdag (Armenische SSR) von S. S. KUZNEZOV festgestellt (6). Diese Mitteilung wurde von B. F. MEFFERT (7), A. A. GABRIELJAN (3), A. T. VEGUNI (2) und A. E. PTUCHJAN (8) überprüft, doch die dunklen Kalksteine der Sewan-Serie wurden trotzdem zum unteren Eozän gezählt.

Am umstrittensten ist die Bestimmung der Obergrenze des Mitteleozäns. Im Stratotyp des Anglo-Pariser Beckens liegt die Grenze mittleres und oberes Eozän im Hangenden des Lutétien und im Liegenden des Bartonien. Als Grundlage für diese Gliederung diente die Tatsache des Verschwindens der großen Nummuliten an der oberen Grenze des Lutétien und das Auftreten kleiner Nummuliten an der Basis des Bartonien. J. BUSAK entdeckte in Südfrankreich zwischen dem Lutétien und dem Bartonien Ablagerungen mit einer gemischten Nummulitenfauna, wo neben den großen Formen *Nummulites perforatus* und *N. millecaput* auch kleine Nummuliten auftreten, darunter *N. striatus* und *N. fabianii*, die von ihm als besondere Stufe, als Auversien abgeteilt und zum mittleren Eozän gezählt wurden. Später wurden analoge Ablagerungen auch in anderen Gebieten des Mittelmeer-Geosynklinalgürtels in den Pyrenäen, Norditalien, Syrien, Armenien, Aserbaidshan u. a. entdeckt. Von manchen Forschern wurden die Ablagerungen mit gemischter (Mittel- und Obereozän-) Fauna zum mittleren Eozän (J. BUSAK, M. A. BAGMANOV) gezählt, von anderen zum oberen Eozän (A. A. GABRIELJAN, 1964; A. T. VEGUNI, 1959; S. M. GRIGORJAN, 1963; A. E. PTUCHJAN, 1967). Eben diese Ablagerungen wurden von G. SCHAUB und L. HOFFINGER (1960) als neue Biarritz-Stufe abgeteilt und mit den Ablagerungen des oberen Lutétien parallelisiert, wobei das Lutétien ein Synonym für die mitteleozäne Unterabteilung wird.

Einige Forscher der Westalpen teilen diese Ablagerungen als Übergangszone zwischen mittlerem und oberem Eozän ab.

Nach den Kleinforaminiferen verläuft im Schema der Insel Trinidad und des syrischen Teiles des Mittelmeer-Geosynkinalgürtels diese Grenze im Hangenden der Ablagerungen der Zone mit *Truncorotaloides robri* und im Liegenden der Ablagerungen der Zone mit *Globigerinopsis semiinvoluta*. Innerhalb des stratotypischen Gebietes des Südens der UdSSR (Krim) und des parastratotypischen Gebietes des Südens der UdSSR (Kuban) wurde die Grenze mittleres und oberes Eozän seit 1964 im Liegenden der Ablagerungen der Zone mit *Acarinina rotundimarginata*, aber seit 1970 im Hangenden dieser Zone, d. h. im Liegenden der Ablagerungen der Zone mit *Hantkenina alabamensis*, angenommen.

Die Grenze Eozän und Oligozän verläuft nach der Nummulitidenfauna überall gleich, d. h. nach dem Erscheinen von *Nummulites vascus* und *N. intermedius*. Nach der Mikro(foraminiferen)fauna ist diese Grenze weniger deutlich, auf der Insel Trinidad im Hangenden der Ablagerungen mit *Globigerina cocaensis* und im Liegenden der Ablagerungen der Zone mit *Globigerina ampliapertura*; in Syrien legte V. A. KRASENINNIKOV diese Grenze ins Hangende der Ablagerungen der Zone mit *Globigerina corpulenta* (oder der Unterzone mit *Gobigerina cerro-azulensis*) und ins Liegende der Ablagerungen mit *Globigerina ampliapertura*. Die Grenze Eozän und Oligozän verläuft in Armenien nach E. K. ŠUCKA u. a. (1973) im Hangenden der Ablagerungen der Zone mit *Turborotalia cerro-azulensis* und dem Liegenden der Ablagerungen mit gemischten Foraminiferen.

In Zusammenhang mit den oben angeführten Divergenzen in den Ansichten über die Grenzziehung der Abteilungen und Unterabteilungen des Paläogens ist die Bestimmung des Umfangs dieser stratigraphischen Einheiten eines der aktuellsten Probleme der Stratigraphie des Paläogens. Trotzdem fand keine der oben angeführten Fragen bis jetzt eine allgemein anerkannte Lösung; sie bleiben weiterhin ein Objekt belebter Diskussionen. Es ist allgemein bekannt, daß der paläontologischen Methode die Veränderlichkeit der Fauna zugrundeliegt, die mit der Änderung der Lebensbedingungen der tierischen Organismen zusammenhängt. Das veränderte Milieu ist seinerseits eine Funktion tektonischer Bewegungen. Bei der Koordinierung konkreter Profile mit stratotypischen gehen wir davon aus, daß die Gesetzmäßigkeiten der Änderung des Milieus der organischen Welt im Sedimentationsgebiet der Ablagerungen eines gegebenen Profils sich nicht von den Gesetzmäßigkeiten der Milieuänderung bei der Sedimentation der Ablagerungen des Stratotyps unterscheiden. Es wird angenommen, daß alle Milieuänderungen überall gleichzeitig auftraten und deshalb die Variabilität der Fauna in verschiedenen Regionen ebenfalls einer einheitlichen Regel unterworfen werden muß. Gegenwärtig kann das noch von niemandem bestätigt werden. Die Gesetzmäßigkeiten der Änderungen des Lebensmilieus können nur innerhalb einer Formations- und Strukturzone einheitlich sein, im äußersten Falle auch in nahegelegenen verbundenen Formations- und Strukturzonen. Es gibt deshalb auch regionale Schemata der stratigraphischen Schichtengliederung, in welchen Materialien derjenigen Profile zusammengefaßt werden, deren Ablagerungen unter ähnlichen bio-nomischen Bedingungen sedimentiert wurden.

Ausgehend von den dargelegten Positionen ist die Suche nach einem globalen Stratotyp und einem einheitlichen globalen Schema der stratigraphischen Untergliederung eine unlösbare Aufgabe.

Andererseits reagieren verschiedene Organismengruppen unterschiedlich auf Milieuänderungen: in einigen Niveaus verläuft ein deutlicher Wechsel dieser Organismengruppen und auf anderen Niveaus jener Organismengruppen. In diesem Zusammenhang ist es außerordentlich schwierig, nach den Resten verschiedener Organismengruppen eine Schicht in einander entsprechende Niveaus zu untergliedern. Die ange-

fürten Fakten mögen selbstverständlich sein, aber leider werden in der Praxis beim Bestreben unifizierte und detaillierte stratigraphische Gliederungsschemata zu erarbeiten, diese Wahrheiten häufig vergessen.

Ursprünglich hatten bei der stratigraphischen Gliederung des Paläogen die Mollusken die führende Rolle inne, insbesondere Lamellibranchiaten und Gastropoden, doch später ging diese Rolle auf die Nummulitiden über, insbesondere auf die Ordnung der Nummuliten. Die entscheidende Bedeutung dieser Gruppe ist fast universal. Entsprechend der Entwicklung der paläontologischen Wissenschaft begannen eine Reihe von Spezialisten den Kleinforaminiferen, insbesondere den planktonischen, eine solche universale Rolle zuzuschreiben. In der letzten Zeit geben einige Wissenschaftler dem Nannoplankton eine große entscheidende Bedeutung. Eine Reihe von Fragen der Biostratigraphie kann gelöst werden durch die Erforschung der Gesetzmäßigkeiten der phylogenetischen Entwicklung von Seeigeln, Seesternen, Seelilien, Korallen, Fischen, Haifischzähnen, Sporenstäubchen, Holzresten, Blättern u. a. Wir nehmen an, daß jede der genannten Gruppen der organischen Welt ihre klärende Bedeutung besitzt, die auch ihre biostratigraphische Bedeutung bedingt. In Einzelfällen, beim Fehlen zuverlässiger Methoden, erlangt jede von ihnen klärende Bedeutung. Die zuverlässigsten Ergebnisse erhält man bei ihrer komplexen, gemeinsamen Anwendung.

Ohne Zweifel haben die planktonischen Lebewesen, insbesondere die Mikroorganismen (Kleinforaminiferen, Nannoplankton), im Prinzip eine Reihe von Vorzügen. Ihr Vorzug besteht in der großen Migrationsfähigkeit, den die benthonischen Gruppen nicht streitig machen können. Ihre Menge, die große Häufigkeit des Auftretens vergrößert ihre biostratigraphische Bedeutung immer mehr. Trotzdem brachte die statistische Analyse der Verteilungsgesetzmäßigkeiten rezenter Vertreter der planktonischen Foraminiferen über große Flächen N. V. BELJAEV, S. B. KRUGLIKOV u. a. zu dem Schluß, daß auch diese Organismengruppe bestimmten Gesetzen der geographischen Verteilung unterworfen ist. Die Untersuchung der Verteilungsgesetzmäßigkeiten (Biozöosen) und der weiteren Umverteilung (Taphozöosen) der Fauna führt zu dem Gedanken, daß keine Organismengruppe Universalität und ausschließliche und eindeutige entscheidende Bedeutung beanspruchen kann. Das wird noch deutlicher fundiert bei der Koordinierung gleichaltriger, aber verschiedenfazialer Schichten. Nach dem klassischen Schema wird die Gliederung der Schichten nach Überresten der organischen Welt durch Untersuchung der Gesetzmäßigkeiten in der vertikalen Verteilung einzelner Arten oder Artenkomplexe der einen oder anderen Gruppe von Organismen durchgeführt. Je kürzer die Existenzzeit einer Art oder eines Artenkomplexes ist, umso größer ist folglich ihre Bedeutung. Je nach der Anhäufung von Fakten stellt sich heraus, daß es keine Arten mit ausgesprochen enger vertikaler Verteilung gibt. Die Ausweitung des vertikalen Bereichs dieser oder jener Arten kann durch subjektive Ursachen bedingt sein, wie durch das nicht richtige Verstehen des Umfangs der Art oder die unrichtige Bestimmung der stratigraphischen Stellung der Schicht. Entsprechend der Erweiterung unserer Kenntnisse verringern sich die subjektiven Entstellungen der Grenzen der vertikalen Verbreitung der Art, gleichzeitig jedoch vergrößert sich entsprechend der Ansammlung neuer Daten die objektive Möglichkeit der Erweiterung des Intervalls der vertikalen Verteilung der Art. Je größer die Anzahl der von uns untersuchten Profile ist, umso mehr kollidieren wir mit den vollständigeren und durchgängigen Profilen, wo keine Sedimentationslücken auftreten. An solchen Profilen beobachten wir immer mehr und mehr sprunghafte Faunenwechsel. Der Wechsel von einer Art oder einer Faunagruppe zu einer anderen verläuft fließend, sehr allmählich, was uns die Möglichkeit nimmt, die Grenzen der vertikalen Verteilung einzelner Arten, insbesondere der Artengruppen, genauer festzustellen

und nach ihnen die Schichtgrenzen festzulegen. Deshalb sind zur Zeit für die Festlegung der Existenzdauer einer Art verschiedene Kennzeichen erforderlich (Teilson, Teilchron, Epibol u. a.). Auch der Autor ließ sich von der Aufstellung der Epibole leiten. Die weiteren Untersuchungen und die Durchsicht der Literatur über die Verteilungsgesetzmäßigkeiten der Nummulitiden und einiger kleiner Foraminiferen führten jedoch zu der Überzeugung, daß die Einbeziehung der einen oder der anderen Art nach Epibolen in einem charakteristischen Komplex solcher kleiner Regionen gerechtfertigt ist, die die identischen Sedimentbildungs- und Lebensbedingungen haben. Außerhalb der konkret gegebenen Formations- und Strukturzone wird das Epibol einundderselben Art auf verschiedenen Niveaus fixiert, oft über die Grenzen derjenigen stratigraphischen Einheiten hinausgehend, welche eben nach dem Epibol der einen Art oder den Epibolen einiger anderer Arten gezogen worden sind. Die Unterteilung biostratigraphischer Einheiten im Range von Biozonen nur nach Epibolen von Arten ist folglich auf großen Flächen ebenfalls mit erheblichen Fehlern verbunden und kann zu Irrtümern führen. Aufgabe jeder stratigraphischen Arbeit ist die Zusammenstellung regionaler Gliederungsschemata eines Gebietes. Die folgende Arbeitsetappe muß in der Korrelierung des regionalen stratigraphischen Schemas mit dem Stratotyp bestehen. Hier entstehen auch die grundlegenden Hemmnisse. Mit welchem Stratotyp ist diese Korrelation durchzuführen? Die Korrelation des stratigraphischen Schemas der Armenischen SSR muß, wie das eines südlichen Teiles der UdSSR, mit dem von der Paläogenkommission MSK bestätigten Stratotyp (Krim-Profil) oder dem Parastratotyp (Kuban-Profil) durchgeführt werden. Andererseits sind sowohl Armenien, wie auch die anschließenden Gebiete des Tauro-Kaukasischen Geosynklinalgebietes in geologischer Hinsicht integrierende Bestandteile des Mittelmeer-Geosynklinalgürtels und hängt ihr geologischer Bau mit diesem Gürtel zusammen. In diesem Zusammenhang stoßen wir auf Schwierigkeiten, die in der Unzulänglichkeit stratigraphischer Schemata des Südens der UdSSR und des Mittelmeer-Geosynklinalgürtels bestehen. Wie schon oben bemerkt, kann nicht einer der vorhandenen Stratotypen Anspruch auf Universalität erheben. Eine universelle entscheidende Bedeutung kann nicht eine Gruppe fossiler Reste der organischen Welt haben.

Offensichtlich reifte die Notwendigkeit zur Schaffung eines abstrakten Modell-Stratotyps heran. Die Gliederung der Sedimentdecke der Erde in Alterseinheiten ist die Grundlage der historischen Geologie. Die zuverlässigste Methode, die eine große entscheidende Bedeutung hat, ist die biostratigraphische, die bei detaillierten Untersuchungen bis zu 1 bis 1,5 Millionen Jahren genau ist (Biozonen oder Abschnitte davon). Das angesammelte Faktenmaterial ermöglicht heute die Schaffung eines solchen Modells. Es versteht sich, daß dieses Modell entsprechend der Ansammlung neuer gesicherter Informationen von Zeit zu Zeit überprüft und vervollständigt werden muß. Die Bildung stratigraphischer Untergliederung wird zum Schlüssel für die Lösung stratigraphischer Aufgaben.

Bei der Schaffung des Modells lassen wir uns von einer allgemeinen These der Biostratigraphie leiten, die besagt, daß für die biostratigraphische Untergliederung der Schichten jene Arten oder Artengruppen große Bedeutung haben, die die größte horizontale und die geringste vertikale Verbreitung aufweisen. Infolgedessen können im Modell jeder stratigraphischen Einheit nur die Arten aufgenommen werden, die diesem Gesetz streng unterliegen. Die Mehrzahl der Wissenschaftler beachtet dieses unwandelbare Gesetz der Biostratigraphie bei der Auswahl der Leitarten (Index-Arten) oder -Komplexe, doch sind dabei gewöhnlich qualitative Kriterien erforderlich. Nicht ausgeschlossen ist die Möglichkeit, daß bei einem qualitativen Herangehen willkürliche Entscheidungen gefällt werden können, was ebenfalls zu nicht vollem Verstehen, zu

fehlerhaften Entscheidungen und subjektiven Auslegungen führt. Deshalb ist es bei der Auswahl der Arten offensichtlich nötig, sich von exakteren quantitativen Kriterien leiten zu lassen. Eine andere These, die unserem Schema zugrundeliegt, ist die Vorstellung, daß die Umbildung der organischen Welt oder die Ansiedlung entstehender neuer Arten in großen Räumen nach A. I. TOLMACEV geologisch gesehen schnell vor sich geht, in nicht mehr als 10—15 tausend, manchmal auch noch weniger Jahren.

Wie bereits weiter oben festgestellt wurde, müssen in das Modell der stratigraphischen Einheiten solche Arten aufgenommen werden, die die größte flächenhafte Verbreitung haben, mit anderen Worten, die maximale Häufigkeit des Vorkommens im Raum (P_1) und die geringste Häufigkeit im zeitlichen Auftreten (P_z) haben.

Der Wert für P_z ist als Verhältnis n_1/n definiert, wo n die Anzahl der untersuchten Profile ist und n_1 die Zahl der Profile, in denen die gegebene Art auftritt.

Der Wert P_z ist definiert als Verhältnis a_1/a , wo a die Zahl der stratigraphischen Unterabteilungen des Paläogens ist und a_1 die Zahl der stratigraphischen Einheiten, in denen die gegebene Art gefunden wurde.

Das Verhältnis von P_1 und P_z bestimmt die biostratigraphische Bedeutung der Art. Ausgehend von dem fundamentalen Postulat der Biostratigraphie, muß P_1 in der Gleichung die Stellung des Zählers einnehmen, weil mit der Vergrößerung von P_1 sich auch die biostratigraphische Bedeutung der Art erhöht, P_z muß in der Gleichung die Stelle des Nenners einnehmen, weil mit der Vergrößerung des Wertes von P_z die biostratigraphische Bedeutung der Art geringer wird. Folglich erhält die Gleichung folgende Form:

$$Kk_1 = \frac{P_1}{P_z} = \frac{n_1 \cdot a}{n \cdot a_1},$$

wobei Kk_1 der elementare Koeffizient des Modells der gegebenen Art ist.

Die Bestimmung von a ist in der Gleichung $P_z = a_1/a$ mit gewissen Schwierigkeiten verbunden, a ist gleich der Anzahl der stratigraphischen Untergliederungen, die zu einer gegebenen stratigraphischen Einheit gehören (System, Abteilung, Unterabteilung u. a.). Die stratigraphischen Untergliederungen müssen den Wechsel der bio-nomischen Bedingungen widerspiegeln, die eine Folge derjenigen geologisch-tektonischen Prozesse sind, welche in der Periode der Sedimentation der Gesteine der gegebenen stratigraphischen Untergliederung vor sich gingen. Bisher sind uns nicht alle Grenzen bekannt, bei denen mehr oder weniger bedeutende geologisch-tektonische Veränderungen vor sich gingen, die zu Änderungen der Lebensbedingungen und zu vorherbestimmten Änderungen des Gattungs- und Artenbestandes der organischen Welt führen konnten. In der Biostratigraphie steht die umgekehrte Aufgabe. Die Variabilität des Arten- oder Gattungsbestandes eines faunistischen oder floristischen Komplexes bestimmt die Anzahl der stratigraphischen Untergliederungen, die eine gegebene stratigraphische Einheit repräsentiert. Hier entzündet sich auch der Streit. Oft ist es schwer festzustellen, was zu den Änderungen eines faunistischen oder floristischen Komplexes führt: das Auftreten einer neuen Art, das Verschwinden einer alten Art, eine Änderung der quantitativen gegenseitigen Verhältnisse jener Arten oder etwas anderes. So gibt es für die gleichen Ablagerungen auch verschiedene Schemata der biostratigraphischen Untergliederung. Hier entsteht auch der Streit hinsichtlich der Bestimmung des Ranges dieser biostratigraphischen Einheiten und ergibt sich in diesem Zusammenhang die Frage ihrer Korrelation.

Die Gegenüberstellung des relativen (biostratigraphischen) chronologischen Schemas des Paläogen und des absoluten wirft eine Reihe interessanter Fragen hinsichtlich der Dauer der biostratigraphischen Einheiten auf und erweckt Zweifel hinsichtlich der Rechtmäßigkeit ihrer Korrelierung.

Es muß betont werden, daß die Geschwindigkeit der evolutionären Entwicklung der organischen Welt zu allen Zeiten gleich blieb. Diese Evolution, die von den Änderungsbedingungen des Lebensmilieus abhängig ist, wird verlangsamt oder beschleunigt entsprechend dem Entwicklungstempo der tektonischen Vorgänge. Es ist jedoch offensichtlich, daß im Paleozän und im unteren und mittleren Eozän der Mittelmeer-Geosynklinalzyklus jenes spätgeosynklinale Stadium der Entwicklung ablief, das hauptsächlich durch kompensierte Senkung und Sedimentation der Flyschformation charakterisiert wird. Infolgedessen machte das Lebensmilieu in diesem Entwicklungsstadium eine langsame Änderung durch. Im oberen Eozän und im Oligozän verlief die orogene Entwicklungsetappe unter Bildung von Geantiklinalen und Zwischen-senken mit Sedimentation der Molasseformation. Das veränderliche Regime des Lebensmilieus mußte zu einer großen Variabilität der organischen Welt führen. Daraus geht hervor, daß die Gliederung des Paläogens in gebrochene biostratigraphische Einheiten nach der Variabilität der organischen Welt nicht mit der Geschichte der geologischen Entwicklung des Gebietes übereinstimmt. So sind im oberen Eozän bei der Dauer von 9 bis 11 Millionen Jahren die biostratigraphischen Einheiten nicht nach Mikroforaminiferen unterteilt und es gibt im mittleren und unteren Eozän bei einer Dauer von 4 bis 6 Millionen Jahren in jeder Unterabteilung drei bis fünf Biozonen. Ähnlich ist es im Paleozän. In einer Periode mit einer Dauer von 4—5 Millionen Jahren bestehen 4 bis 8 Biozonen. Aus dem Obengesagten geht hervor, daß im Senkungsstadium und folglich stabilerem bionomischem Milieu in kürzeren zeitlichen Zwischenräumen ein immer häufigerer, deutlicherer Wechsel der organischen Welt (nach jeweils 1—1,5 Millionen Jahren) vor sich geht, und umgekehrt, in der orogenen Entwicklungsetappe des Gebietes, d. h. der mobilen Entwicklungsetappe der Geosynklinale, die organische Welt einer langsameren Änderung unterworfen ist, was stratigraphische Einheiten (Biozonen) mit einer Dauer von 5—11 Millionen Jahren ergibt.

Ungeachtet des Auseinandergehens der Ansichten hinsichtlich einer Untergliederung des Paläogens nach der Nummulitenfauna ist die Ausscheidung des Paleozäns als eine Einheit, des unteren Eozäns ebenfalls als eine Einheit, des mittleren Eozäns als drei Einheiten, des oberen Eozäns ebenfalls als drei Einheiten, d. h. insgesamt 10 Nummuliten-Biozonen (Horizonte) am akzeptabelsten. In diesem Falle entspricht a der Zahl 10.

Unsere Untersuchungen haben gezeigt, daß für die Aufstellung eines biostratigraphischen Modells nach der Nummulitenfauna $n = 20$ ausreicht, weil in 20 regionalen Profilen des Westteiles des Mittelmeer-Geosynklinalgürtels und der benachbarten Abschnitte der alten Strukturen Nummuliten am meisten verbreitet sind und diese Zahl ausreichend für eine Genauigkeit von 70—80% ist (siehe Längenformel).

Bei der Bestimmung des Wertes von n und a erhielten wir folgende Kk_1 für Nummuliten und teilten die Arten des Modells für jede stratigraphische Einheit, die als mittlere arithmetische elementare Modelle gezählt werden:

$$Kk = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Kk_i$$

Unteres Eozän

- | | |
|------------------------------------|---------------------------|
| 1. <i>Nummulites planulatus</i> | bei Kk ₁ = 1,2 |
| 2. <i>Nummulites bolcensis</i> | bei Kk ₂ = 1,0 |
| 3. <i>Nummulites praelucasi</i> | bei Kk ₃ = 1,0 |
| 4. <i>Nummulites subplanulatus</i> | bei Kk ₄ = 0,8 |

Folglich gilt für das untere Eozän $Kk_{u.E.} = 1,0$.

Mittleres Eozän (unterer Teil)

- | | |
|-----------------------------------|----------------------------|
| 1. <i>Nummulites laevigatus</i> | bei Kk ₁ = 2,2 |
| 2. <i>Nummulites distans</i> | bei Kk ₂ = 1,5 |
| 3. <i>Nummulites atacicus</i> | bei Kk ₃ = 1,3 |
| 4. <i>Nummulites anomalus</i> | bei Kk ₄ = 1,3 |
| 5. <i>Nummulites murchisoni</i> | bei Kk ₅ = 1,25 |
| 6. <i>Nummulites irregularis</i> | bei Kk ₆ = 1,2 |
| 7. <i>Nummulites uroniensis</i> | bei Kk ₇ = 1,0 |
| 8. <i>Nummulites partschi</i> | bei Kk ₈ = 0,9 |
| 9. <i>Nummulites globulus</i> | bei Kk ₉ = 0,8 |
| 10. <i>Nummulites aquitanicus</i> | bei Kk ₁₀ = 0,5 |

Folglich gilt für den unteren Teil des mittleren Eozäns $Kk_{m.E.}^I = 1,16$.

Für den mittleren Teil des Mitteleozäns sind es folgende Nummuliten-Modellformen:

- | | |
|------------------------------------|---------------------------|
| 1. <i>Nummulites uroniensis</i> | bei Kk ₁ = 1,0 |
| 2. <i>Nummulites partschi</i> | bei Kk ₂ = 0,9 |
| 3. <i>Nummulites lurdigalensis</i> | bei Kk ₃ = 0,9 |
| 4. <i>Nummulites biuricensis</i> | bei Kk ₄ = 0,7 |
| 5. <i>Asselina exponens</i> | bei Kk ₅ = 0,7 |

Folglich gilt für den mittleren Teil des Mitteleozäns $Kk_{m.E.}^{II} = 0,84$.

Für den oberen Teil des Mitteleozäns sind es folgende Nummuliten-Modellformen:

- | | |
|----------------------------------|---------------------------|
| 1. <i>Nummulites gizebensis</i> | bei Kk ₁ = 1,3 |
| 2. <i>Nummulites perforatus</i> | bei Kk ₂ = 1,1 |
| 3. <i>Nummulites chavanesi</i> | bei Kk ₃ = 1,1 |
| 4. <i>Nummulites millecaput</i> | bei Kk ₄ = 0,7 |
| 5. <i>Nummulites brongniarti</i> | bei Kk ₅ = 0,5 |
| 6. <i>Nummulites galensis</i> | bei Kk ₆ = 0,5 |

Folglich gilt für den oberen Teil des Mitteleozäns $Kk_{m.E.}^{III} = 0,86$.

Für den unteren Teil des Obereozäns sind als Nummuliten-Modellformen anzuführen:

- | | |
|-------------------------------|---------------------------|
| 1. <i>Nummulites striatus</i> | bei Kk ₁ = 0,8 |
| 2. <i>Nummulites fabianii</i> | bei Kk ₂ = 0,8 |

Folglich gilt $Kk_{o.E.}^I = 0,8$.

Modellnummuliten für den Mittelteil des Obereozäns sind:

- | | |
|----------------------------------|---------------------------|
| 1. <i>Nummulites variolaris</i> | bei Kk ₁ = 0,8 |
| 2. <i>Nummulites fabianii</i> | bei Kk ₂ = 0,8 |
| 3. <i>Nummulites incrassatus</i> | bei Kk ₃ = 0,7 |
| 4. <i>Nummulites bouillei</i> | bei Kk ₄ = 0,6 |

Folglich gilt $Kk_{o.E.}^{II} = 0,71$.

Modellnummuliten für den oberen Teil des Obereozäns sind:

- | | |
|-------------------------------|------------------|
| 1. <i>Nummulites fabianii</i> | bei $Kk_1 = 1,0$ |
| 2. <i>Nummulites bouillei</i> | bei $Kk_2 = 0,6$ |
- Folglich gilt $Kk_{o. E.}^{III} = 0,8$.

Modellnummuliten für das untere Oligozän sind:

- | | |
|----------------------------------|------------------|
| 1. <i>Nummulites intermedius</i> | bei $Kk_1 = 1,1$ |
| 2. <i>Nummulites vascus</i> | bei $Kk_2 = 0,7$ |
- Folglich gilt $Kk_{u.o.} = 0,9$.

In das vorgeschlagene Modell sind die Arten nicht einbezogen, die $Kk_1 < 0,5$ haben. Die Arten mit einem solchen Kk_1 sind entweder sporadisch (wenig anzutreffen) und ohne korrelative Bedeutung oder sie haben transitiv Bedeutung mit einer großen vertikalen Verbreitung bei einer gegebenen Gebrochenheit der Gliederung. Die sicherste korrelative Bedeutung haben die Arten mit $Kk_1 = 1 \pm 0,2$. In gleichem Maße erhöht sich die Sicherheits-Wahrscheinlichkeit der eingeteilten stratigraphischen Einheiten bei Vergrößerung des Wertes Kk . Bei der Mehrzahl der von uns eingeteilten stratigraphischen Einheiten neigt Kk zur Einheit oder ist gleich der Einheit.

Zusammenfassend kommt man zu folgenden Schlüssen:

1. Die Einteilung globaler Stratotypen für das Paläogen ist mit großen Schwierigkeiten verbunden und im derzeitigen Stadium unserer Information eine unlösbare Aufgabe.
2. Die erarbeiteten Schemata der stratigraphischen Untergliederung nach beliebigen Gruppen fossiler Überreste können bei der Bestimmung paläogeographischer Provinzen Anwendung finden, wobei das Schema der stratigraphischen Gliederung umso genauer ist, je begrenzter das Gebiet seiner Anwendung.
3. Die Anwendung der Methoden der mathematischen Statistik unter Berücksichtigung der Hauptpostulate der Biostratigraphie ermöglicht es, einen Komplex von Arten abzutrennen, der die betreffende stratigraphische Einheit charakterisiert.
4. Nach der Untersuchung der Gesetzmäßigkeiten der räumlichen und zeitlichen Verbreitung der Nummulitiden an 20 regionalen Parastratotypen des westlichen Hauptabschnitts des Mittelmeer-Geosynklinalgürtels und seiner voralpidischen Umrahmung im Paläogen werden 10 stratigraphische Einheiten im Range von Unterabteilungen und Stufen eingeteilt.

Die Anwendung der erarbeiteten Methode erlaubt es, in den Paläogenablagerungen des Gebietes der Armenischen SSR und der angrenzenden Gebiete des südlichen Zweiges des Tauro-Kaukasischen Geosynklinalsystems neun stratigraphische Einheiten zu unterscheiden: im Paleozän eine, im unteren Eozän eine, im Mitteleozän drei, im oberen Eozän drei und im Oligozän eine.

Literatur

- BELJAEVA, N. V.: Planktonische Foraminiferen in den Sedimenten der Ozeane. — Voprosy mikro-paleontologii, Nr. 12, Izd. „Nauka“, Moskva 1969.
- VEGUNI, A. T.: Die Einteilung des mittleren Eozäns Südamerikas nach der Nummulitenfauna. — Im Sb.: „Fragen der Geologie des Kaukasus“. — Izd. AN Arm. SSR, Jerewan 1964.
- GABRIELJAN, A. A.: Die Nummulitiden der Armenischen SSR und die Stufeneinteilung des Paläogens. — Izv. AN Arm. SSR, ser. geol. i geogr. nauk, t. XV, Nr. 5 1960.

- GRIGORJAN, S. M.: Nummuliten aus den Oligozänablagerungen des Jerewaner Bezirks. — *Izv. AN Arm. SSR, ser. geol.-geogr. nauk*, t. XIII, Nr. 3—4, 1960.
- KRAŠENINNIKOV, V. A.: Die geographische und stratigraphische Verteilung der planktonischen Foraminiferen in den Ablagerungen tropischer und subtropischer Gebiete. — *Tr. Geol. inst. AN SSSR*, vyp. 202, Moskva 1969.
- KUZNECOV, S. S.: Die Nummuliten der dunklen Kalke des nordöstlichen Ufers des Gokca-Sees. — Im Sb.: „Das Sewan-See-Becken“. — *Izd. AN SSSR*, t. 1, Leningrad 1928.
- MEFFERT, B. F.: Das Paläogen des Westlichen und Südlichen Kaukasusvorlandes. — In: „Geologie der UdSSR“, t. X, Transkaukasien, c. I, *Izd. „Geolizdat“*, Moskva 1934.
- PTUCHJAN, A. E.: Materialien zur Stratigraphie des mittleren Eozäns Armeniens. — *Izv. AN Arm. SSR. „Nauki o Zemle“*, t. XIX, Nr. 5 1966.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 17. 11. 1978.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt](#)

Jahr/Year: 1979

Band/Volume: [1979](#)

Autor(en)/Author(s): Veguni A.T.

Artikel/Article: [Die Anwendung von statistischen Methoden bei der Lösung biostratigraphischer Probleme 265-274](#)