

Stratigraphische Vergleiche im Karbon und Perm mit Hilfe der Fusuliniden

Von Franz Kahler, Klagenfurt *)

Mit 2 Tabellen und 1 Textfigur

INHALT

A. Die Stellung der roten Schichten des Gartnerkofel-Profiles (Karnische Alpen) im Vergleich mit mittelasiatischen Schichtfolgen	147
B. Der zeitliche Umfang der Taiyuan-Serie Nordchinas	151
C. Die Bedeutung der mittelkarbonen Penchi-Serie Nordchinas	153
D. Ein Vergleich der nordamerikanischen Fusuliniden-Zonen mit der russischen Gliederung	157
E. Aus dem Schrifttum	160

A. Die Stellung der roten Schichten des Gartnerkofel-Profiles (Karnische Alpen) im Vergleich mit mittelasiatischen Schichtfolgen

Eine der großartigsten Schichtfolgen der Ostalpen wurde von G. GEYER im Profil Reppwand—Gartnerkofel der Karnischen Alpen entdeckt. Es läuft geschlossen vom Trogkofelkalk bis in die mittlere Trias und zeigt nur im Bereich des Kühweger Törls einige unbedeutende Störungen.

Anlässlich der Revision unserer Kartierung des Oberkarbongebietes am Naßfeld entdeckten wir hochgestellte Schollen an der Südrandstörung des Gartnerkofelblockes, die dem Unterperm angehören (Unterer Pseudoschwagerinenkalk, Grenzlandbänke und Oberer Pseudoschwagerinenkalk), so daß die Rattendorfer Stufe nachgewiesen war. S. PREY konnte in einer überaus mühsamen, wenn auch ebenso ergebnisreichen Kartierung die Schichten unter dem Trogkofelkalk der Reppwand auf deren Nordseite aufklären und zeigte, daß hier das Profil bis zur Transgression des Oberkarbons auf die Hochwipfelschichten hinabreicht. Hierbei hat PREY auch die von GEYER dargestellte Schichtfolge im Reppwand—Gartnerkofelprofil studiert. Bemerkenswert ist seine Feststellung, daß die Tarviserbreccie, mit der die Kalkablagerung des Trogkofelkalkes aufhört, hier nur sehr geringmächtig ist und daß sich darüber jene roten Schichten legen, die wir den Grödener Schichten gleichstellen. Sie sind hier ungewöhnlich, nämlich

*) Anschrift des Verfassers: Dr. Franz Kahler, Klagenfurt, Tarviser Straße 28.

ohne Quarzkonglomerate, entwickelt. Über ihnen folgen die Bellerophon-schichten in einer recht gleichmäßigen, mergelig-dolomitischen Ausbildung.

Wenn wir versuchen, die Grödener Schichten des Reppwand—Gartnerkofel-Profiles zeitlich zu bestimmen, dann stehen uns vorläufig nur indirekte Methoden zur Verfügung:

Die Entwicklung der Fusuliniden hört in diesem Profil mit der Oberkante des Trogkofelkalkes auf. Gemeinsam mit Dr. AGTERBERG werde ich zeigen, daß diese Grenze im Gebiet der Karnischen und Julischen Alpen stratigraphisch recht verschieden hoch liegt.

Die Trogkofelkalken enthalten eine Fauna, in der möglicherweise die Fusulinidengattung *Parafusulina* doch schon vorkommt. Da aber diese Gattung heute auf einen Formenkreis eingeengt ist, bei dem Basiskanäle (cuniculi) nachweisbar sind, ist eine Revision nötig. Mit Sicherheit kennen wir nur *Pseudoschwagerina*, *Schwagerina* (im Sinne von DUNBAR & SKINNER) und *Pseudofusulina* (im Sinne von THOMPSON).

Im Gegensatz zur Trogkofelbreccie (GORTANI), die man als Riffhangbreccie betrachten kann, zeigt die Tarviserbreccie (HERITSCH), die auf dem Trogkofelkalk liegt, eine Abtragung der Kalkriffmassen an. Sie ist nach meiner Kenntnis sehr verschieden mächtig und bildet, solange es nicht gelingt, in ihrem Bindemittel Fossilien zu entdecken, einen zeitlich recht unsicheren Schichtkörper, der wahrscheinlich eine örtlich verschieden lang andauernde Abtragung dokumentiert.

Die Bellerophonschichten des Reppwand—Gartnerkofel-Profiles entsprechen einem Übergang zwischen der Südtiroler und der Krainischen Entwicklung.

Während in Südtirol und im Kanaltal die unteren Bellerophonschichten Gips führen, liegt bei Schaschar in Krain die Fauna mit *Waagenophyllum indicum*, mit zahlreichen Productiden, die schon DIENER und KOSSMAT in ihrer Bedeutung erkannten, die HERITSCH als die indoarmenische bezeichnete, und die RAMOVŠ so verdienstvoll neu aufgesammelt und beschrieben hat.

In Südtirol und in der Carnia sehen wir in den oberen Teilen der Bellerophonschichten die bekannte Bellerophon-Fauna, die sich im mittleren Teil der Schaschar-Schichten von RAMOVŠ schon andeutet, die aber infolge des Umschlages der Fazies zu Dolomitbildung in diesem Raum im oberen Teil der Schascharschichten nicht mehr vorhanden ist.

Für die Einstufung ist aber in letzter Zeit der Nachweis der *Palaeofusulina nana* bei Volaka unter dem Blegoš in Slowenien von großer Bedeutung geworden. Leider konnte RAMOVŠ infolge Ungunst der geologischen Verhältnisse nur wahrscheinlich machen, daß die Schichten mit dieser Art knapp unter seinen Schascharschichten liegen.

Mit Hilfe neuer russischer Arbeiten gewinnen wir aber damit einen Anhaltspunkt! Denn diese Gattung liegt im Kaukasus unter der Zone mit den kleinen Fusuliniden, den letzten Fusuliniden, die wir in Mittelasien in sehr deutlichen Profilen wieder sehen. Diese Zone ist uns in Verbindung mit *Reichelina* in Montenegro, Attika und Cypern wohlbekannt.

Wenn wir infolge der großen tektonischen Störungen im Raum der Dinariden und Helleniden, ja wahrscheinlich auch im Kaukasus die stratigraphischen Vergleiche sehr schwer führen können, bieten sich in Mittelasien sehr schöne Vergleichsprofile an, die allerdings noch nicht mit Sicherheit, besonders im Unterperm, mit den Karnischen Alpen vergleichbar sind. Einen Versuch in dieser Richtung lege ich hier vor.

Wir erkennen, daß in Südfergana insoferne ähnliche Verhältnisse herrschen wie in den Karnischen Alpen, als nämlich mit der oberen Abteilung der Serien des Karatschatyr, die allerdings nach MIKLUCHO-MAKLAJ schon *Rugososchwagerina yabei*, eine Sosioform (!) und *Parafusulina ferganica* enthält, eine Schichtlücke auftritt. Ich habe wegen der *R. yabei* diese Schichten in der Tabelle bereits in die untere Darwas-Stufe eingesetzt. Die Schichtlücke rückt damit etwas höher, als sie der Autor einsetzte. Über ihr folgt eine Serie von Konglomeraten und sogar von roten Sandsteinen. Denken wir daran, daß um diese Zeit bei uns die roten Grödener Schichten noch immer entstanden! Die darauf folgende große Schichtlücke umfaßt die ganze Murgab-Stufe.

Im Gegensatz zu den Karnischen Alpen zeigt das Normalprofil Südferganas in der Pamirstufe Landablagerungen mit *Gigantopteris*, *Callipteris*, *Lepidopteris*, und weist damit enge Beziehungen zu einer Reihe von Profilen in Nordchina, ja sogar in Nordjapan nach, wo das oberste Perm ebenfalls Süßwasserbildungen zeigt (Toyoma-See MINATO's).

Man kann in Südfergana demnach deutlich das Trockenlaufen des Gebietes im mittleren Perm ohne Wiederkehr des Meeres im oberen Perm erkennen.

Im Gegensatz dazu bieten die etwas südlicher gelegenen Profile von Darwas ein wesentlich längeres Anhalten der Meeresablagerungen, so daß hier noch die ältesten südostasiatischen Fusulinidengattungen *Brevaxina* und *Misellina*, ja sogar eine *Parafusulina* aus der Gruppe der *P. japonica* vorkommen. Dann allerdings setzt ein starker Abtrag ein, der bis in die Schichten der Moskauer Stufe hinabreicht, ein gewaltiges Ereignis! Zum Vergleich: es würde mehr als das ganze Oberkarbon—Permprofil der Karnischen Alpen beseitigt werden.

Sehr bezeichnend ist, daß die unteren Teile der Pamirstufe hier Gips führen, also mit dem unteren Teil der Bellerophonstufe Südtirols, im Zeitraum der indoarmenischen Fauna (Schaschar, Bükkgebirge, Westserbien),

faziell direkt vergleichbar sind. Die Wiederkehr des Meeres bringt sodann außer *Gymnocodium* ex gr. *bellerophontis* (einer südalpin-dinarischen Art) doch auch kleine aberrante Fusuliniden, nämlich *Reichelina*.

Die bedeutende Regression, die sich aus den Profilen von Südfergana und Darwas ergibt, fehlt im südöstlichen Pamir anscheinend vollkommen. Allerdings wird von MIKLUCHO-MAKLAJ hier weder *Yabeina* (die allerdings in den „Grundzügen der Paläontologie...“ aus dem Pamirgebiet genannt wird) angegeben, noch auch *Lepidolina*. Das Profil der südostasiatischen Fauna ist aber im übrigen Teil in der Darwas- und in der Murgab-Stufe voll entwickelt. Die Pamir-Serie lieferte Reichelinen und *Gymnocodium bellerophontis*.

Man kann aus diesen im einzelnen noch sicher viel genauer zu studierenden, da überaus wichtigen Profilen deutlich sehen, wie sich das Meer von Norden nach Süden verlagerte, wie es aber, ebenso wie in den Südalpen, soweit es hier nicht lokal bestehen blieb oder was wahrscheinlich ist, wenigstens länger bestehen blieb (Veldes, Wochein), im obersten Perm wiederkehrte.

Wir sehen aber auch, daß die geringmächtigen roten Schichten, die Äquivalente der Grödener Schichten, im Reppwand—Gartnerkofel-Profil den obersten Teil der Karatschatyr-, die ganze Darwas- und die ganze Murgab-Stufe vertreten müssen. Das ist ungefähr die halbe Permzeit. Es ist zumindest die große Zeitspanne der Entstehung, der Entwicklung und des Absterbens der südostasiatischen Fusuliniden-Fauna, im unteren Teile wahrscheinlich sogar noch etwas mehr.

Als weiteres Ergebnis dieses Vergleiches deutet sich an, daß die Karatschatyr-Stufe MIKLUCHO-MAKLAJS der Rattendorfer- und Trogkofel-Stufe der Karnischen Alpen unter Einschluß eines kleineren Teiles der Sosio-Stufe entspricht, während der größere Rest der Darwas- und die ganze Murgab-Stufe der Sosio-Stufe entsprechen.

Die neuen Forschungen MIKLUCHO-MAKLAJS bringen ferner die wichtige Aufklärung, wie sich die Nordgrenze des Permmeeres in der Linie Südfergana—Darwas—Pamir während der Darwas- und Murgab-Stufe nach Süden verlagert, und daß im Oberperm bei der neuerlichen Überflutung in der Pamir-Stufe nur mehr ein Teil des Gebietes erfaßt wird. Dabei scheint es mir besonders wichtig zu sein, daß hier die letzten und zugleich aberranten Fusuliniden noch auftreten, mit ihnen eine gerade für die Südalpen so charakteristische Kalkalge, wie es *Gymnocodium bellerophontis* ist, daß aber auch im unteren Teil der Pamir-Stufe von Darwas Gips nachzuweisen ist, der für Teile der Südalpen zur gleichen Zeit so charakteristisch ist.

B. Der zeitliche Umfang der Taiyuan-Serie Nordchinas

Die Taiyuan-Serie Nordchinas ist zu einer wichtigen stratigraphischen Einheit geworden, befriedigt aber bei näherem Zusehen nicht recht.

In ihrer Erforschungsgeschichte spielen die Fusuliniden-Arbeiten von LEE und seine Geologie Chinas eine wichtige Rolle. In dieser zusammenfassenden Arbeit wird die Serie in das „Ural“ gestellt.

1960 erschien die russische Übersetzung einer chinesisch geschriebenen, 1956 erschienenen Stratigraphie Chinas. 1960 wurden außerdem die Resultate einer Konferenz für chinesische Stratigraphie veröffentlicht, wobei in der Tabelle die Taiyuan-Serie ins Oberkarbon gestellt wurde. Diese Einstufung war der Anlaß der folgenden Erwägungen, die wegen unseres Studiums tibetischer Fusuliniden-Faunen notwendig wurden.

Die Taiyuan-Serie der chinesischen Stratigraphie hat im westlichen Ende (im K'un-lun) eine andersartige Fazies. Sie ist hier nicht mächtig (maximal 76 m) und besteht fast durchwegs aus Kalk. Damit weicht sie grundlegend von den östlicheren Vorkommen der Taiyuan-Serie ab, weshalb ich diese Ablagerung im K'un-lun nicht gerne zu ihr stellen möchte, wenn sie vielleicht auch derselben Zeit angehört.

Die Taiyuan-Serie ist durch einen Reichtum an Kohlenflözen und kohligen Schieferen, damit auch an Pflanzenresten gekennzeichnet, während marine Kalkbänke relativ selten und meist von geringer Mächtigkeit sind, ja es kann sogar zum Fehlen jeglicher Kalkentwicklung kommen. Schwierig ist es, die in der „Chinesischen Stratigraphie“ genannten Profile miteinander zu vergleichen.

Die Mächtigkeit der Taiyuan-Serie überschreitet nur in drei Gebieten 200 Meter, ist also für eine stark vom Land und von Landablagerungen beherrschte Schichtfolge gering. Die Mächtigkeit über 100 Meter ist auch nicht weiträumig vertreten und in den übrigen Gebieten liegt sie sogar unter 100 Metern.

Die Versteinerungen sind teilweise nach älteren Bestimmungen genannt, was die Vergleichbarkeit erschwert. Immerhin läßt sich auf Grund etlicher Choristiten annehmen, daß auch tiefe Teile des Oberkarbons vertreten sein dürften.

Die relative Seltenheit von Kalkbänken bringt es mit sich, daß die Fusuliniden nur in kleinen Ausschnitten ihrer Entwicklung bekannt geworden sind. Bemerkenswert aber ist, daß recht hohe Formen angegeben werden. So kann man im Vergleich mit der Stratigraphie der Karnischen Alpen

„*Schwagerina fusulinoides* bei LEE 1939 als Vertretung des Unteren Pseudoschwagerinenkalkes,

„*Schwagerina muongthensis* auf die Grenzlandbänke beziehen, entsprechend der Entwicklungshöhe dieser Art,

„*Schwagerina*“ *princeps* auf den oberen Teil des Oberen Pseudoschwagerinenkalkes,
Parafusulina complicata und *Boultonia* hingegen auf Aequivalente des Trogkofelkalkes,
 die Gruppe der *Pseudofusulina vulgaris* und *lutugini* aber sogar auf noch höhere Teile beziehen.

Wir geraten damit ziemlich hoch in das Permprofil hinauf und erkennen, daß die Taiyuan-Serie vom tieferen Oberkarbon bis in die oberen Teile des Unterperms, vermutlich bis an die Oberkante der Karatschatyr-Stufe MIKLUCHO-MAKLAJS reichen muß.

Nach der in der Geologie Chinas von LEE 1939 genannten *Parafusulina japonica* kommt man sogar in die *Parafusulina*-Zone Japans.

Es ist überhaupt reizvoll, den Vergleich mit Japan zu versuchen. Man erkennt hiebei, daß die Aequivalente der japanischen Pseudoschwagerinenzone, und zwar sowohl die tiefere *Triticites-simplex*-Zone ($P1\alpha$) und die darauf folgende *Pseudofusulina-vulgaris*-Zone ($P1\beta$) sicher vertreten sind, daß aber, etwa mit der *lutugini*-Gruppe, noch die *Pseudofusulina-ambigua*-Zone ($P1\gamma$) belegt sein muß, von der oben erwähnten *Parafusulina japonica* abgesehen, deren Auffassung in den letzten Jahrzehnten sehr schwankte.

Man kann aus diesen Angaben, glaube ich, folgendes schließen:

a) Es wäre wünschenswert, den Begriff der Taiyuan-Serie nach Möglichkeit aufzugeben, weil er allem Anschein nach zeitlich recht verschiedene Ablagerungen umfaßt.

b) Dies könnte allerdings zweckmäßig erst dann geschehen, wenn die Stratigraphie der einzelnen Vorkommen modern geprüft wurde. Die vorhandenen Kalkbänke mit den Fusuliniden dürften hiebei wertvollste Dienste leisten. Es wird sich aber vermutlich herausstellen, daß die einzelnen Kalkbänke nur mit Vorsicht und nach genauer Überprüfung ihrer Fauna gleichgestellt werden können. Ich möchte glauben, daß eine solche Untersuchung auch die tektonischen Vorstellungen beeinflussen wird.

c) Die Ablagerungen der Taiyuan-Serie stellen jeweils nur Einzelabschnitte einer vermutlich längeren Entwicklung dar und sind in den verschiedenen Gebieten in der Regel nicht gleichzeitig.

d) Der Wechsel von Land und Meer im Auernig-Rhythmus scheint in Nordchina wesentlich länger als in den Karnischen Alpen angedauert zu haben, nämlich bis an den Beginn des Mittelperms. Hiebei ist aber anscheinend die Überflutungsdauer relativ gering und die Wiederholung häufig (bis maximal fünf Kalkbänke). Immerhin dürfte in Nordchina der für weite Gebiete der Erde im Oberkarbon und Unterperm charakteristische „Auernig-Rhythmus“ am längsten angehalten haben.

e) Die stabilere und damit vielleicht die Ausgangslage des Meeres für die Vorstöße in das Gebiet der Taiyuan-Serie kann etwa mit der Nordseite des K'un-lun und des Pe'ling-Gebirges angegeben werden. Sie greift vom K'un-lun noch in das Gebiet des Tienschan über, gegen Osten aber ist sie ziemlich sicher durch die Richtung gegen das Gebiet von Nanking begrenzt. Was nördlich dieser Linie lag, wäre also nur zeitweise im Oberkarbon und Unterperm überflutet worden, in den Teilgebieten wahrscheinlich zu verschiedenen Zeiten. Zwischen diesen Vorstößen des Meeres ist es zu wirtschaftlich überaus wertvollen Flözbildungen gekommen.

f) Die Vorstöße des Meeres enden sicher vor dem Auftreten der primitivsten Vertreter der südostasiatischen Fusulinidenfauna, von denen wir im Pe'ling-Gebirge die nördlichsten Vertreter in China kennen.

In der Tabelle des Abschnittes Karbonzeit des erwähnten Kongreßberichtes wird die Taiyuan-Serie in das Oberkarbon gestellt. Auch unter Berücksichtigung der neuen Vorschläge von RAUSER-CERNOUSSOWA auf dem 4. Heerlener Karbonkongreß kann ich dieser Einstufung nicht folgen. Der Text zur Tabelle ist vorsichtiger und läßt das Auftreten der Pseudoschwagerinen als Karbon-Perm-Grenze gelten. Dadurch kommen aber recht wesentliche Teile der im allgemeinen spärlich entwickelten Taiyuan-Serie ins Perm, wobei erfreulicherweise die Grenzziehung Karbon-Perm gemäß der internationalen Gepflogenheiten erfolgt, was leider in der Tabelle nicht der Fall ist.

Faßt man diese Erwägungen zusammen, dann darf man sagen, daß die Taiyuan-Serie eine recht uneinheitliche Schichtfolge ist, in der anscheinend vom tieferen Oberkarbon bis fast ins Mittelperm spärliche und lückenhafte Marinfraunen überliefert sind und der Landeinfluß im vorhandenen Auernig-Rhythmus überwiegt.

C. Die Bedeutung der mittelkarbonen Penchi-Serie Nordchinas

Es ist anscheinend das Verdienst J. S. LEEBS, erkannt zu haben, daß in weiten Gebieten Nordchinas und der Mandschurei die Moskauer Stufe der Penchi-Serie CHAOS transgressiv auf ordovizischen Kalken liegt. Er hat diese Diskordanz 1939 mit der Lücke zwischen Ordoviz und Moskauer Stufe in seinen stratigraphischen Tabellen für das Typusgebiet der südlichen Mandschurei, ferner aber für Nordost-Hopei, für das westliche Hügel-land von Peking, für Westschantung, für Nordkiangsu, für die zentrale Taihangkette, für Nordschansi, Zentralschansi (nicht für Nordwestkansu und Nordosthupeh!) in klassischer Form dargestellt.

HANZAWA hat 1941 betont, daß diese Diskordanz auch in Korea nachzuweisen sei.

Die Gliederung der Serien in der Südmandschurei wurde 1935 durch INAI, 1937 durch HANZAWA, 1939 durch NODA fortgesetzt und hat 1958 in der modernen Bearbeitung der Penchi-Serie durch SHENG eine weitere Verfeinerung erfahren. SHENG hat ein Idealprofil der Penchi-Serie im Taitze-ho Tales (Taizuho-Region INAIS und HANZAWAS) aufgestellt, das gute Aussichten hat, richtig zu sein.

Die detaillierte Bearbeitung der Fusuliniden in einem Profil, das nur wenige Kalkbänke von geringer Mächtigkeit zwischen ebenfalls geringmächtigen Zwischenmitteln aufweist, wirft eine Reihe von Fragen allgemeiner Art auf, weshalb ich hier über die Ergebnisse berichten möchte.

Die karbonische Schichtserie wird von zwei großen Diskordanzen begrenzt. Sie beginnt mit Schiefen diskordant auf dem Machiakou-Kalk des mittleren Ordoviz; auf ihren hangendsten Teilen liegen basale Sandsteine der Yuchmenkou-Serie, die ins Permokarbon gestellt werden. Bemerkenswert ist, daß hier die so weit verbreitete Visé-Stufe ebenso fehlt wie die Taiyuan-Serie.

Die Ideal-Schichtfolge hat fünf Kalkhorizonte, wovon der erste, äußerst spärlich entwickelt, maximal ein Meter stark in der Mitte von 80 Meter purpurfarbener Schiefer und dünnbankiger Sandstein liegt. Der zweite Kalkhorizont besteht aus zwei niemals übereinander angetroffenen Mayi-Kalkbänken, getrennt durch 4,8 Meter kalkige Schiefer. Rund 14 Meter darüber liegt der drei Meter starke dritte Kalkhorizont, der sehr merkwürdig, zwei verschiedene Kalkfazies zeigt und ebenso auch zwei gut trennbare Fusulinidenzonen. 14 Meter darüber folgt der einzige wirklich mächtige, 10 Meter (am Originalfundort allerdings nur 5,5 Meter) starke Penchi-Kalk als vierter Kalkhorizont und schließlich 7 Meter darüber eine höchstens 0,3 Meter starke, teilweise auskeilende fünfte Kalkbank. Die gesamte Schichtfolge ist etwa 100 Meter mächtig, davon sind rund 17 Meter Kalk.

J. C. SHENG betont ausdrücklich, daß Fusuliniden nur im Kalk vorkommen, was ja die allgemeine Regel ist. Daraus läßt sich aber ableiten, daß uns in der Schichtfolge nur Ausschnitte einer Fusuliniden-Entwicklung überliefert sein können.

Seine zwei Fusuliniden-Zonen (*Eostaffella subsolana* und *Fusulina/Fusulinella*, letztere in fünf Subzonen eingeteilt) entsprechen zunächst dem lokalen Bedürfnis, lassen sich aber mit der russischen Gliederung recht gut vergleichen. Ein präziser Vergleich mit Südchina ist jedoch nicht möglich, weil der Huanglung-Kalk, von LEE & CHEN 1930 ausgezeichnet beschrieben, doch eine große stratigraphische Einheit darstellt. Der Vergleich mit Japan wollte dem Autor nicht recht gelingen, doch geben die neuen Arbeiten von FUJIMORO vermutlich wertvolle Handhaben.

Die von SHENG im Idealprofil ausgeschiedenen fünf Kalkhorizonte entsprechen sechs Fusulinidenzonen. Ihr Nachweis ist teilweise sichtlich nur durch eingehende geologische Aufnahmen und die nachfolgende paläontologische Untersuchung möglich gewesen. Insgesamt werden 60 Fusulinidenarten und 17 Varietäten aus 17 Gattungen genannt, davon sind

- 21 Arten und 6 Varietäten aus Rußland
- 12 Arten und 6 Varietäten aus Südchina
- 1 Art aus USA und Rußland bekannt.

Nicht weniger als 27 Arten und 11 Varietäten sind neu, eine neue Gattung wird aufgestellt.

Die Aufstellung so vieler neuer taxionomischer Einheiten (rund 50 Prozent der Arten und 60 Prozent der Varietäten!) ist auffällig. Die zweifellos sorgsame Bearbeitung des Autors schließt die durchaus nicht seltene Bequemlichkeit, die zur Aufstellung neuer Arten führt, aus. Man darf aber nicht übersehen, daß gerade das russische Mittelkarbon eine in den letzten Jahrzehnten eingehendst bearbeitete Fusulinidenfauna enthält, so daß es zunächst auffällig bleibt, wieviel neue Formen diese doch recht armselige mandschurische Kalkentwicklung übermittelt hat.

SHENG ist es gelungen, seine sechs Subzonen, also sechs recht gut unterscheidbare Faunen, mit der detaillierten Gliederung der Moskauer Stufe zu vergleichen. Man darf aber dabei nicht übersehen, daß es sich sicher jeweils nur um einen Ausschnitt, einen ganz zufälligen Ausschnitt, aus den jeweiligen Zonen Rußlands handeln kann, denn es ist uns ja die Fusulinidenfauna nur in der hier so spärlich entwickelten Kalkfazies übermittelt worden.

Daraus erklärt sich zunächst die gute Unterscheidbarkeit seiner Subzonen: die fließenden Übergänge der Fusuliniden-Entwicklung, die bei anhaltender Kalkfazies im studierten Profil vorhanden sein müßten, fehlen. Wir haben dieselben Erscheinungen in der extremeren Entwicklung des faziellen Wechsels des „Auernig-Rhythmus“, wenn Land und Meer wechseln, also z. B. in der stratigraphisch höheren Taiyuan-Serie Nordchinas.

Wir können aber in solchen Fällen beobachten, daß dennoch einzelne Arten nicht auf eine Subzone beschränkt bleiben. Das heißt, daß sie in der für sie faziell ungeeigneten Zeit nicht im studierten Raum, wohl aber benachbart weiterleben konnten, um wiederzukehren, sobald sich die ihnen zusagende Fazies neuerlich einstellte.

In manchen Fällen müssen wir bereits jetzt — trotz der durchaus noch ungenügenden Studien — darauf hinweisen, daß hiebei sehr beträchtliche Wanderwege — oder Transportwege (?) — anzunehmen sind.

Im Beispiel der Penchi-Serie Nordchinas und der Mandchurei kann man an den Huanglung-Kalk des Huanglungshan in der Lungtan area Südostchinas denken, der über 100 Meter stark ist und mit dem zunächst nur zwölf Arten gemeinsam sind. Die Neubearbeitung dieses Kalkes wird insbesondere zu erweisen haben, ob die von SHENG gefundenen neuen Arten auch hier vorkommen.

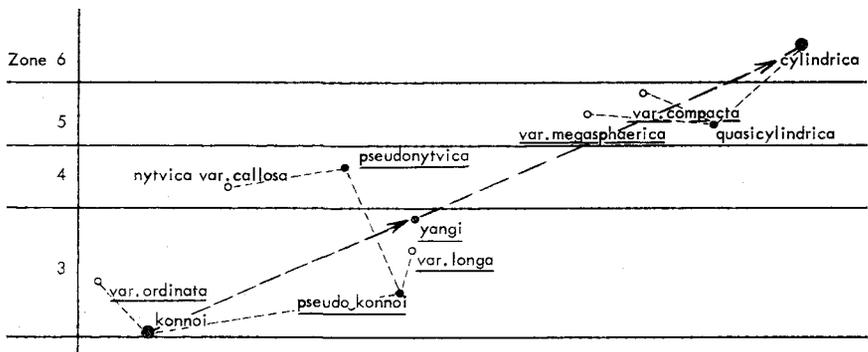
Die gute Vergleichsmöglichkeit mit Rußland zeigt aber zugleich, daß es schon zur Zeit der Moskauer Stufe dauernd oder mindestens zeitweise einen Verbreitungsweg gegeben haben muß, auf den erstmalig ebenfalls LEE für die Taiyuan-Serie Nordchinas hingewiesen hat. Gleiche sehr eng begrenzte Arten lebten — unter Vernachlässigung der Wanderzeit — gleichzeitig, so wie wir dies für das Unterperm seinerzeit dargestellt haben. SHENG wendet den Ausdruck „orientalische Fauna“ an. Ich hielte es trotz der vielen neuen Arten für besser, von einer „eurasiatischen“ zu sprechen.

Die Artvergleiche, die SHENG unternahm, lassen auch den Gedanken von geographischen Rassen aufkommen. Zwei Beispiele:

a) Die russische *Fusulina nytvica* fehlt, wohl aber ist ihre var. *callosa* vorhanden. Die neu beschriebene *Fusulina pseudonytvica* könnte die geographische Rasse zur russischen *F. nytvica* sein.

b) Die russische *Fusulina ylysensis* fehlt. Neu beschrieben wird ihre var. *exigua*.

In der Subzone 3 der *Fusulina konnoi*, die durch etwa 1,5 Meter Kalk repräsentiert wird, treten mehrere Arten der Gattung *Fusulina* auf, wobei sich nach den Vergleichen SHENGs ein deutliches Verwandtschaftsverhältnis abzeichnet. Ich versuche diesen Eindruck in folgender Weise darzustellen:



Die echten Zusammenhänge sind natürlich nicht klar, wenn man in diesem 1,5 m starken Kalk eine alte und zwei neue Arten, eine alte neben zwei neuen Varietäten hat und daher das Entstehungsalter und der tat-

sächliche Formenkreis der einzelnen taxionomischen Einheit nicht abgeleitet werden kann.

Es entsteht nur die Frage, ob wir es hier nicht doch um den Variationsbereich einer Großart *Fusulina konnoi* oder um den Variationsschwarm jener Entwicklungstendenz *F. konnoi-yangi-cylindrica* zu tun haben, wie sie SHENG für diese drei Arten annimmt.

Die Zukunft der Fusuliniden-Forschung liegt nach meiner Auffassung nicht in einer möglichst präzisen Aufsplitterung von Arten und Varietäten, bedingt durch das Streben nach einer möglichst verfeinerten Stratigraphie. Wir sollten vielmehr in Zukunft trachten, die Entwicklungsrichtungen, die bei den Gattungen in letzter Zeit in sehr dankenswerter Weise durch RAUSER-CERNOUSSOWA, MIKLUCHO-MAKLAJ und ROSOVSKAYA dargestellt wurden, nun auch bei den Arten zu verfolgen, so wie wir es z. B. bei *Zellia heritschi* und ihren Varietäten getan haben.

Die von SHENG untersuchte Penchi-Serie zeigt, gerade wegen ihrer präzisen Bearbeitung der Fusuliniden-Fauna, daß wir phylogenetisch bei lückenhafter Kalkablagerung nicht recht weiterkommen, da uns nur Teilabschnitte (Ausschnitte) einer Fusuliniden-Entwicklung zur Verfügung stehen. Wir gewinnen zweifellos Erkenntnisse, sehen aber doch, daß die Abgrenzung von Formenkreisen zugunsten der Definition von Arten und Varietäten zurücktritt und dadurch die Erforschung der Fusuliniden-Entwicklung leidet. Diese kann nur in möglichst lückenlosen Kalkprofilen vorwärtsgetrieben werden. Der Huanglung-Kalk Südchinas ist hierfür im betrachteten Zeitraum eine der wenigen guten Möglichkeiten auf der Welt.

D. Ein Vergleich der nordamerikanischen Fusuliniden-Zonen mit der russischen Gliederung

THOMPSON hat 1960 eine Gliederung des amerikanischen Pennsylvanians mit Hilfe von Fusuliniden-Zonen gegeben. Die russischen „Grundzüge der Paläontologie“ Bd. 1, 1959 bieten durch einen Stammbaum der Fusuliniden die Möglichkeit, die russischen und amerikanischen Gliederungen miteinander zu vergleichen.

Dieser Versuch leidet allerdings daran, daß die russischen und amerikanischen Auffassungen des Umfanges einzelner Gattungen nicht gleichartig sind. So trennt z. B. THOMPSON die älteren Millerellen als *Paramillerella* ab, die übrigens in vier Zonen parallel laufen (damit im Morrowan, Derryan und Desmoinesian), während die Autoren der Grundzüge diese Formen zu *Eostaffella* ziehen, denn dieser Name sei prior. *Eoschubertella* hingegen wird hier mit *Schubertella* vereinigt.

In Rußland werden *Parawedekindellina* und *Wedekindellina* getrennt, in USA wird nur von *Wedekindellina* gesprochen.

Die kurzfristigen amerikanischen Gattungen *Plectofusulina* und *Fru-mentella* sind in Rußland bisher nicht genannt worden, die ebenfalls kurzlebige *Akiyoshiella* fehlt bisher in diesem Bereich.

Leider ist es im Augenblick auch schwer, die *Triticites*-Zone Nordamerikas mit jener Rußlands zu vergleichen, weil die Auffassungen in der Umgrenzung der einzelnen Gattungen noch sehr auseinandergehen. Wir haben es hier mit Gattungsschwärmen rings um eine ehemalige Großgattung zu tun.

Auf diese Weise konzentriert sich zunächst die Vergleichsmöglichkeit auf das Derryan und Desmoinesian Nordamerikas bzw. auf das Obere Baschkir und die Moskauer Stufe.

Beginnen wir zunächst mit der Betrachtung der Gattung *Profusulinella*. Setzen wir in beiden Gebieten den Beginn ihres Auftretens gleich, dann müssen wir erkennen, daß die durch sie in USA gekennzeichnete schmale Zone nicht mit der russischen vergleichbar ist. In der USSR geht sie bis an die Oberkante der Moskauer Stufe.

Versuchen wir die Untergrenze der amerikanischen *Profusulinella*-Zone, also die Grenze Morrowan/Derryan genauer zu bestimmen, dann bieten sich *Pseudostaffella* und *Eoschubertella* an, die ebenfalls hier einsetzen. Mit *Eoschubertella* kann man die älteren Arten der russischen Schubertellen gleichsetzen und wir erhalten, da diese mit dem Oberen Baschkir beginnen, einen gut übereinstimmenden Vergleich.

Nicht ganz so gut gelingt dies mit *Pseudostaffella*, da diese Gattung in Rußland schon etwas unter dem Oberen Baschkir einsetzt, aber die Differenz scheint nicht groß zu sein.

Man kann also mit *Profusulinella*, *Pseudostaffella* und *Eoschubertella* auf dem nordamerikanischen Kontinent die Morrowan/Derryan-Grenze = die Grenze der *Millerella/Profusulinella*-Zone mit Hilfe der älteren russischen Schubertellen, etwas ungenau mit *Pseudostaffella*, genau mit *Profusulinella* der Grenze Unteres/Oberes Baschkir gleichsetzen.

Schwierig ist die Definition der *Profusulinella/Fusulinella*-Grenze des amerikanischen Derryan. Beide Zonen gehören nämlich zum Derryan. *Fusulinella* tritt bereits im oberen Teil der Unteren Moskauer Stufe auf. Man müßte also die amerikanische *Profusulinella*-Zone das Obere Baschkir und die untere Hälfte der unteren Moskauer Stufe umfassen lassen, was vom Standpunkt der Fusuliniden-Verteilung anscheinend möglich ist.

Tun wir dies, dann setzt aber die russische *Fusulina* bereits an der Grenze der *Profusulinella/Fusulinella*-Zone, also um eine Zone zu tief ein. Man muß allerdings dazu bemerken, daß *Fusulina* in der USSR erst in der oberen Moskauer Stufe ihre Hauptentwicklung zeigt, so daß wir das

Einsetzen ihrer Blütezeit mit der nordamerikanischen Untergrenze der *Fusulina*-Zone versuchsweise gleichstellen können.

Wir wollen uns aber eingestehen, daß die Obergrenze der amerikanischen *Profusulinella*-Zone möglicherweise durch äußere Ereignisse beeinflußt wurde, d. h. die Lebensdauer der Gattung wurde anscheinend faziell begrenzt oder es liegen Auffassungsunterschiede in der Gattungsbegrenzung vor. Beides sollte untersucht werden.

Besser ist die Derryan/Desmoinesian-Grenze, also die *Fusulinella*/*Fusulina*-Zonengrenze bestimmt, obwohl uns dafür in USA nur *Fusulina* und *Wedekindellina* zur Verfügung stehen.

Von *Fusulina* haben wir bereits gesprochen. Ihre Blütezeit geht in der USSR in das Kasimofsk hinein, aber auch die Zonengrenze *Fusulina*/*Triticites* liegt in den USA etwas über der Desmoinesian/Missourian-Grenze. Die letzten russischen *Fusulina*-Arten gehen allerdings noch etwas höher.

Die amerikanische *Wedekindellina*-Verbreitung muß man mit der russischen Gattung und ihrer Vorläuferin *Parawedekindellina* vergleichen. Dann stimmen sie in ihrer vertikalen Verbreitung recht gut überein. *Pseudostaffella* und *Wedekindellina* erlöschen in Rußland ungefähr gleichzeitig, in USA stirbt die letztere um einen kleinen Zeitabschnitt früher aus.

Nicht vergleichbar sind in diesem Zeitabschnitt *Profusulinella*, die noch das Kasimofsk erreicht, und *Fusulinella*, die noch beträchtlich ins Kasimofsk aufsteigt, in USA aber schon im oberen Teil der *Fusulina*-Zone zu Ende geht, demnach die Desmoinesian/Missourian-Grenze nicht erreicht.

Wir gewinnen also folgende einigermaßen gute Vergleiche:

Morrowan/Derryan-Grenze = *Millerella*/*Profusulinella*-Zonengrenze
gleich der Grenze Oberes Baschkir/Untere Moskauer Stufe;

Profusulinella/*Fusulinella*-Zonengrenze entspricht ungefähr dem Beginn der oberen Hälfte der Unteren Moskauer Stufe;

Derryan / Desmoinesian-Grenze = *Fusulinella* / *Fusulina*-Zonengrenze
gleich der Grenze Untere/Obere Moskauer Stufe;

Fusulina/*Triticites*-Zonengrenze, etwas höher als die Desmoinesian/Missouria-Grenze, ist auch etwas höher als die Grenze Obere Moskauer/Kasimofsk-Stufengrenze; die Desmoinesian/Missourian-Grenze entspricht daher ungefähr der Grenze Obere Moskauer Stufe/Kasimofsk.

Die Grenze Missourian/Virgilian läßt sich durch Fusuliniden-Gattungen nicht definieren. Beide Stufen gehören der *Triticites*-Zone an. Die Obergrenze des Virgilian ist außerdem noch daraufhin zu untersuchen, ob hier nicht bereits die Zeitlücke im amerikanischen Standardprofil einsetzt, die ich an der Pennsylvanian-Permgrenze Nordamerikas vermute.

Wenn solche Vergleiche auf große Entfernungen in einzelnen Zeitabschnitten recht gut gelingen, muß man aber doch auch gewisse Differenzen recht sehr im Auge behalten.

So wird z. B. die allerdings stratigraphisch nicht sehr interessante *Fusiella* nur aus einer kurzen Spanne an der Oberkante des Desmoinesian angegeben, während sie in Rußland im Oberen Kaschir und nach einer Lücke noch einmal im Peskow-Horizont des Oberen Miatschkowo angegeben wird. Sie geht also in Rußland anscheinend wesentlich tiefer hinab (IWANOVA-HVOROVA 1955).

Manchmal sind auch präzisere Angaben, nämlich Artbestimmungen recht entmutigend. SOLOWJEW A zog 1955 die amerikanische *Fusulinella geophyrea* DUNBAR und HENBEST und *Fusulinella iowensis* THOMPSON zu *Dagmarella*, die von ihr aufgestellt wurde und gab an, daß sie die erstgenannte Art in der Unteren Moskauer Stufe des Nura-Tau und des Aristan-Tau, die letztere jedoch im Miatschkowo der Russischen Tafel gefunden habe.

Fusulinella iowensis THOMPSON kommt in Süd-Illinois sehr begrenzt im Seville ls. in einer Ablagerung von typischem Auernig-Rhythmus vor, ferner 90' unter dem Whitebreast-Flöz in Jowa, wahrscheinlich dem Seville ls. gleich, ferner im oberen und unteren Mercer ls. von Ohio. Seville und Mercer werden von MOORE 1959 gleichgestellt und stehen im obersten Bendian, knapp vor dem Desmoinesian, demnach also im obersten Teil der unteren Moskauer Stufe. Das würde mit der Angabe, daß *Dagmarella geophyrea* DUNBAR und HENBERT in dieser gefunden wurde, gut übereinstimmen, aber *D. iowensis* wird aus dem Miatschkowo genannt. Auch die „Grundzüge der Paläontologie“ 1959 lassen *Dagmarella* bis zur obersten Moskauer Stufe reichen.

Ich gewinne immer wieder den Eindruck, daß die vertikale Verbreitung der Gattungen in Rußland größer ist als in Amerika. Hier haben wir in den Profilen eine sehr abschnitt- und ausschnittsweise Überlieferung, durch die allerdings die Bestimmung der stratigraphischen Höhe einzelner Kalkbänke sehr elegant wird. Geschlossene Kalkprofile liegen erst im Perm in einem relativ kleinen Gebiet vor. Es ist die Frage, ob nicht die wiederholte Wanderung der Fusuliniden-Faunen, die durch den Auernig-Rhythmus bedingt ist, eine Verkürzung der Lebensdauer von Arten, ja wie es scheint, sogar von Gattungen bedeutet.

E. Aus dem Schrifttum

- Elias, M. K.: Marine Carboniferous of N. America and Europa. Quatrième congrès pour l'avancement des études de stratigraphie et de géologie du Carbonifère, C. R. I, S. 151—161, 8 Fig., Maestricht 1960.
Gorsky, I. I., Stepanov, D. L., und Mitarbeiter: Contribution to the Stratigraphical Colloquium. Daselbst S. 229—231.

- Fujimoto, H.: Carboniferous system of Japan. Rep. Special Number (D), Geol. Surv. of Japan, 65 S., 1960.
- Kahler, F.: Fortschritte in der Stratigraphie des Jungpaläozoikums Südosteuropas. Mitt. Wr. Geol. Ges., 51, 1958, S. 67—88, 7 Tab., 1 Abb., Wien 1960.
- Lee, J. S.: The geology of China. London 1939.
- Miklucho-Maklaj, A. D.: (Die Stratigraphie der Permablagerungen von Mittelasien) Vestnik Leningr. Univ. Nr. 12, S. 18—41, Leningrad 1961 (Russisch).
- Rauser-Cernoussowa, D. M.: (Revision der Schwagerinen mit verwandten Gattungen und die Karbon/Perm-Grenze) Akad. Nauk. SSSR, Geol. Inst. d. Akad. 4, 1960, S. 3—32, Moskau 1960 (Russisch).
- Der Schwagerinen-Horizont und die obere Grenze des Karbon. Vortrag für den 4. Heerlener Karbon-Kongreß. Akad. d. Wiss. UdSSR, Geol. Inst., 25 S., Moskau 1958 (Deutsch).
- Sheng, J. C.: Fusulinids from the Penchi-Series of the Taitzeho-Valley, Liaoning. Palaeont. Sinica Nr. 143, new. Ser. B. Nr. 7, S. 1—119, 16 Taf., Peking 1958.
- Thompson, M. L.: Stratigraphic distribution of American Pennsylvanian Fusulinid Foraminifera. Sc. Rep. Tohoku Univ. 2. ser. (Geol.) spec. vol. Nr. 4, S. 109—116, 2 Textfig., Sendai 1960.
- (Regionale Stratigraphie Chinas) Moskau 1960 (Russisch).
- (Grundzüge der Paläontologie) Bd. 1, Moskau 1959 (Russisch).

Bei der Schriftleitung eingegangen am 24. November 1961.

F. K a h l e r : Stratigraphische Vergleiche im Karbon und Perm mit Hilfe der Fusuliniden

Tabelle I

	Karnische Alpen	Südtirol	Slowenien	Südfergana	Darwas	Südöstlicher Pamir		
Bellerophonstufe	Bellerophon-Schichten 200 m	Fauna mit Bellerophon	fossileere Dolomite Basis mit Waagenophyllum	Schaschar Schichten Madigen - Serie unterer Teil Landablagerungen mit Gigantopteris, Callipteris, Lepidopteris und Süßwassermuscheln ca. 60 m	Čapsay - Serie Gymnocodium bellerophontis, Reichelina, Pachyphloia ca. 800 m Sacharsev - Serie mit Gips xxxxxxxx ca. 200 m	Pamir - Serie bis 200 m Gymnocodium bellerophontis, Reichelina media, mirabilis, minuta	Pamir - Stufe	
	davon Schiefer und Rauhwacken 30 - 40 m	fossilarme Mergel	Mischfauna : Bellerophon + indoarmen. Elemente					
		Gips xxxxx	indoarmenische Fauna Palaeofusulina nana					
Sosio - Stufe	Grödener	Grödener	Grödener Veldes-Wochein mit Verbeekina, Sumatrina etc.	Schichtlücke	Iollicher - Serie Konglomerate etc. - Abtrag bis in die Moskauer Stufe hinab erwiesen ca. 200 - 2000 m	Murgab - Serie bis 250 m mit Leella, Verbeekina, Paraverbeekina, Canellina, Neoschwagerina, Sumatrina	Murgab - Stufe	
	Schichten 40 - 50 m	Schichten	Schichten	Tulejkan - Serie mit roten Sandsteinen ca. 1000 m Sandsteine und Konglomerate ca. 800 m Oberer Horizont ca. 500 m mit Rugososchwagerina yabei x)	Gundarin - Serie 100 - 650 m Safetdaron - Serie 300 - 1000 m Čelamičin - Serie 100 - 300 m Zygar - Serie mit Pseudofus. Krafftii, vulgaris 400 - 1600 m mit Brevaxina und Misellina	Kubergandiner - Serie bis 160 m mit Minojapanella, Nankinella, Yangchienia, Brevaxina, Misellina, Armenina	Darwas - Stufe	
Trogkofel Stufe	Tarviser Breccie 0 - 12 m Trogkofelkalk 200 - 300 m	Porphyre, Ignimbrite und Tuffe	Wie in den Karnischen Alpen	Mittlerer Horizont mehr als 700 m Paraschwagerina pseudomira Schwagerina asiatica Parafusulina pseudojaponica	Serbissurch - Serie bis 900 m mit: Pseudoschwag. muongthensis Schwagerina moëlléri	Choridž - Serie 400 - 750 m mit: Schubertella aff. sphaerica Robustoschwagerina tumidiformis	Bazardara - Serie mehr als 1000 m dunkle Schiefer	- Stufe
Rattendorfer Stufe	Oberer Pseudoschwagerinenkalk Grenzlandbänke Unterer Pseudoschwagerinenkalk	der Bozener Porphyrtafel		Unterer Horizont ca. 180 m Pseudoschwagerina uddeni Pseudofusulina complicata	Pseudofusulina complicata Parafusulina aff. ferganica	Pseudofusulina horrida		Karatschatyr-

x) von Miklucho Maklaj 1961 in das oberste Karatschatyr gesetzt.

