

Werk

Jahr: 1938

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:14

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0014

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0014

LOG Id: LOG_0012

LOG Titel: Niveauänderungen im Schüttergebiet der Erdbeben in Südbulgarien am 14. und 18. April 1928

LOG Typ: article

Übergeordnetes Werk

Werk Id: PPN101433392X

PURL: <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X>

OPAC: <http://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/PPN?PPN=101433392X>

Terms and Conditions

The Goettingen State and University Library provides access to digitized documents strictly for noncommercial educational, research and private purposes and makes no warranty with regard to their use for other purposes. Some of our collections are protected by copyright. Publication and/or broadcast in any form (including electronic) requires prior written permission from the Goettingen State- and University Library.

Each copy of any part of this document must contain these Terms and Conditions. With the usage of the library's online system to access or download a digitized document you accept the Terms and Conditions.

Reproductions of material on the web site may not be made for or donated to other repositories, nor may be further reproduced without written permission from the Goettingen State- and University Library.

For reproduction requests and permissions, please contact us. If citing materials, please give proper attribution of the source.

Contact

Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen
Georg-August-Universität Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen
Germany
Email: gdz@sub.uni-goettingen.de

schraube ausgebildet. Dann es ist möglich, den Ablenkungswinkel der Pendelmasse direkt zu bestimmen und aus dem zugehörigen Ausschlag der Zeigerspitze *Schr* die Vergrößerung zu errechnen.

Zeitmarkierung. Die Zeitmarkierungseinrichtung wurde nicht, wie üblich, als Kipphebel ausgebildet. Bei diesem Instrument bewirkt ein Topfmagnet (*Zm*) zu jeder vollen Minute einen kleinen seitlichen Ausschlag der Nadel. Diese Anordnung hat den großen Vorteil, daß die Schreibfederspitze sehr leicht gemacht werden kann. Neben einer wesentlichen Herabsetzung der Reibung auf dem Papier finden vor allen Dingen durch die Minutenzeichen keine Unterbrechungen der Registrierungen statt.

Die Registriergeschwindigkeit wurde auf 7.5 mm/Minute wegen der speziellen Beobachtung der längeren Perioden einreguliert.

Zusammenfassend ergibt sich, daß sich mit verhältnismäßig einfachen Hilfsmitteln ein Horizontalpendel großer Eigenperiode herstellen läßt. Dieses hat seine besondere Bedeutung bei der Untersuchung der in der Hauptsache bei den „langen Wellen“ im Seismogramm vorkommenden großen Perioden. Außerdem ist die Verwendung von Instrumenten verschiedener Indikatorvergrößerung oft sehr zweckmäßig. Denn oftmals werden beispielsweise bei sehr heftigen Beben die Aufzeichnungen der normalen, stark vergrößernden Instrumente unübersichtlich oder die Schreibfedern aus den Lagern geworfen. Schließlich aber läßt sich das Instrument im Bedarfsfalle durch Herabsetzung seiner Eigenperiode, sowie mit Hilfe einer sehr leicht durchführbaren Verlängerung des Schreibfederarmes in ein normales Stationsinstrument mit etwa 80facher Vergrößerung unwandeln.

Literatur

[1] G. Krumbach: Über die Aufzeichnung von Fernbeben mit kurzperiodischen Seismometern. Beitr. z. angew. Geophys. 4, 263 (1934).

[2] E. Wiechert: Das Institut für Geophysik. Festschrift, Leipzig 1906, S. 177.

[3] E. Wiechert: Theorie der automatischen Seismographen, S. 76. Berlin 1903.

[4] A. Sieberg: Erdbebenkunde, S. 469. Jena 1923.

Niveauänderungen im Schüttergebiet der Erdbeben in Südbulgarien am 14. und 18. April 1928

Von K. Jankow, Sofia — (Mit 3 Abbildungen)

Am 14. und 18. April 1928 ereigneten sich im Becken von Maritza (Obertrazien) zwei katastrophale Erdbeben. Das erste von 10 Grad Stärke (Forel-Mercalli) hatte als Hauptschüttergebiet die Städte Čirpan-Borrisovgrad und das zweite mit 11 Grad Stärke die Dörfer Papisli-Duwandja (siehe Karte). Das zweite Erdbeben war die größte seismische Katastrophe in dem bulgarischen Gebiet und

gleichzeitig auch eine der größten von Gesamteuropa. Es war ein Weltbeben, welches von allen Seismographen aufgezeichnet wurde. Nach dem offiziellen Bericht [1] wurden von diesen beiden Erdbeben 75000 Gebäude zerstört und es hatten sich im Erdboden überall viel Sprünge und Klüfte gebildet. Die Länge der beiden größten Sprünge betrug bei dem nördlichsten 88, bei dem südlichsten 105 km [2]. Die maximale Verwerfung erreichte 3 bis 4 m und die maximale Klüftbreite ging bis zu 5 m. Die Zone der Beschädigungen ist etwa 9000 qkm [3] groß. Wegen der geringen Entfernung der beiden Epizentren, sowie wegen der gemeinsamen Beschädigungen und des sicheren genetischen Zusammenhanges kann man in mancher Hinsicht die beiden Erdbeben als ein einziges betrachten.

Das Erdbebengebiet stellt geologisch [4] eine tiefe Ebene dar, in deren südlichem Teil der Fluß Maritza von West nach Ost fließt. Im Süden ist die Ebene von dem alten Rhodope-Massiv begrenzt, das außer aus Marmor und jungeruptiven Gesteinen hauptsächlich aus riesigen granitischen Lakkolithen und sehr dicken metamorphen Gesteinsschichten besteht. Im Norden ist die Ebene von der Sredna Gora begrenzt, welche hauptsächlich aus Granit und Senonmergel zusammengesetzt ist. Die Ebene selbst ist nur in ihren nördlichen und südlichen Randteilen schwach hügelig. Der westliche Teil besteht aus Diluvium und Alluvium, während der östliche hauptsächlich Pliozänablagerungen mit wenig Eozän enthält.

Die Thrazische Tiefebene stellt tektonisch ein Becken dar, das im Zusammenhang mit der Bildung von Balkan und Sredna Gora entstand. Ein gutes Kennzeichen für das Versinken dieses Massives sind die berühmten sieben Hügel von Plovdiv. Die Haupteinsenkung hat im mittleren Tertiär stattgefunden. Später ist eine relative tektonische Ruhe eingetreten. Die Einsenkung fand hauptsächlich in Ost-Westrichtung längs einiger Verwerfungen statt, jedoch auch in anderen Richtungen. Das letzte Erdbeben, sowie auch die früheren uns bekannten Katastrophen (1750, 1759, 1818, 1859) zeigen, daß auch heute, wenigstens im zentralen Teile des Beckens, die Erdbebendynamik immer noch nicht zur Ruhe gekommen ist.

Für wissenschaftliche und praktische Ziele ist es wichtig, nicht nur die Bewegungen der Erdschollen überhaupt festzustellen, sondern auch der Größe nach anzugeben. Die Größenverhältnisse sind in beiliegender Karte angegeben. Genaue Nivellements (mittlerer Fehler $M = \pm 1.5$ mm/km) waren kurz vor dem Erdbeben ausgeführt worden. Ein Jahr nach dem Erdbeben (1929), nachdem etwa 1000 Nachbeben beobachtet wurden und die Erde ziemlich ruhig geworden war, wurden die Nivellements in dem Erdbebengebiet wiederholt [5]. Sie umfassen insgesamt über 500 km Wegstrecke. Auf Grund dieser Daten und relativen Ausmessungen, die uns aus der Literatur bekannt sind [6], wurde die Karte ausgearbeitet. Diese enthält folgende Angaben:

1. Die dicken vollen Linien bezeichnen das Nivellementnetz, über welches die Ausmessungen ausgeführt sind;

2. die gestrichelten Linien die Orte gleicher Bodensenkung in Zentimetern und die dünnen vollen Linien Orte mit gleicher Hebung. Die Kurven entsprechen

10 cm Höhenunterschied. Kleinere Verschiebungen als 10 cm sind für die Hebung mit + bezeichnet und mit — für die Senkung.

3. Die Hauptverwerfungen, die sich infolge der beiden Erdbeben gebildet haben, verlaufen genetisch so [7]:

Bei dem Čirpanischen Erdbeben am 14. April bildeten sich zwei Sprünge, ein nördlicher und ein südlicher. Der erste beginnt bei Černagora, geht an Čirpan vorbei und setzt sich nach Ost fort. Der zweite beginnt nordwestlich von der Stadt Borissovgrad, erstreckt sich weit nach Ost und endet 10 km hinter Rakowski. Dieser Sprung verläuft längs des Flusses Maritza. An manchen Stellen durchschneidet er das Flußbett oder läuft direkt in ihm. Diese Sprünge verlaufen fast parallel zueinander in einem Abstand von 13 bis 16 km mit der Tendenz sich im Westen einander zu nähern.

Bei dem Erdbeben vom 18. April von Papisli bildeten sich folgende Haupt-sprünge: Ein 10 km langer Sprung verläuft westlich von Borissovgrad, der zweite als dessen Verlängerung läuft nordwestlich in der Richtung auf Papisli zu. Beim Dorf Duwanja, wo sich die markantesten Einsenkungen bildeten, teilt sich dieser Sprung in drei Äste. Die ersten haben ziemlich die alte Richtung, während der dritte nach Westen gegen Plovdiv verläuft, wobei er dann später wieder nach Nord-Westen umbiegt.

Man muß betonen, daß für die Bearbeitung der Karte die vorhandenen Nivellements nicht vollständig ausreichten, besonders in meridionaler Richtung. In Wirklichkeit gibt es in dem am stärksten betroffenen Erdbebengebiet nur eine Nivellementlinie von Borissovgrad nach Černagora und noch einige kurze Strecken, die in der Richtung Nord-Süd streichen. Diese Lücke ist besonders groß für die Orte östlich der Linie Čirpan—Borissovgrad, die von deutlichen Geländeformationen betroffen sind. Sie konnten daher nicht in die Karte eingezeichnet werden. Aus diesem Grunde konnten auch die treppenartigen Senkungen längs der beiden Ufer der Maritza, die stellenweise bis zu 2 m Tiefe erreichten, aber eine Breite von höchstens 1 km besaßen, nicht eingetragen werden. Solche Senkungen sind nur mit Strichen verzeichnet. Wo es möglich war, sind die relativen Werte, die aus der Literatur bekannt sind, durch Reduktion auf Absolutwerte gebracht worden.

Daß die auffallend regelmäßige Form der Nivellementlinien keine Zufälligkeit ist, sondern den wirklichen Verhältnissen entspricht, zeigen klar die Profile der Nivellementslinien, die hier nicht angeführt werden können.

Die Karte erlaubt uns folgendes festzustellen: Die Einsenkung der Erd-schollen lag zwischen dem nördlichen und südlichen Sprungsystem, wo im Gelände überall *nur* Versenkungen beobachtet werden. Hier und da gibt es noch kleinere Einsenkungen, die außerhalb dieses Bereiches liegen. Die Hebungen der Erd-schollen umfaßt die Gegenden südwestlich des Sprungsystems, wo es ausschließlich *nur* Hebungen gibt. Auch außerhalb des nördlichen Sprunges gibt es stellenweise noch unbedeutende Hebungen. Insgesamt stellt das eingesunkene Gelände eine Fläche von-ungefähr 900 qkm dar, und das mit einer Hebung nur etwa 240 qkm.

Wenn man die beiden Epizentralgebiete betrachtet, bemerkt man sofort einen gewissen Unterschied. Obwohl sich in manchem Bereich die Wirkungen der beiden Erdbeben überdecken und sich also im einzelnen nicht abgrenzen lassen, sieht man dennoch, daß die radialen Verschiebungen infolge des Erdbebens von Papasli im Vergleich zu denen von Čirpan nicht nur in der Größe der Vertiefung, sondern auch dem Umfange nach viel größer sind. Beispielsweise verhalten sich die Flächen, die von der Linie 40 cm begrenzt sind, bei beiden Beben wie 1 : 6. Aber nach der Iseistenkarte [8] läßt sich nur ein sehr kleiner Unterschied feststellen. Das zeigt, daß die Iseisten nur die lokalen Wirkungen der Erdbeben anzeigen, aber nicht im richtigen Verhältnis zu der Energie des Erdbebens stehen. Das wahre Bild geben uns nur die in der Karte aufgezeichneten Nivellementscurven, die von der Reaktionsfähigkeit der Medien, also des Untergrundes und der Gebäude unabhängig sind. Vielleicht wird man hiermit dem Problem etwas näher kommen können, über das G. Krumbach schreibt [9]: „Eine ähnliche Erscheinung wird auch bei den Registrierungen des Bebens in Bulgarien vom 14. und 18. April beobachtet. Trotz nahezu gleicher Herdlage und Intensität im Epizentrum zeigen die Registrierungen der Jenaer Seismographen innerhalb der Vorphasen ein verschiedenes Bild.“ Also können uns nur Nivellements-aussmessungen angeben, ob „die Erdbeben nahezu gleiche Intensität“ haben.

Die auffallenden runden Kurven zeigen uns, daß wir es mit einem kesselartigen Einbruch zu tun haben. Die Längsachsen dieser Kurven verlaufen von Ost nach West bzw. Südost-Nordwest, was im allgemeinen mit der Richtung der Hauptsprünge und Iseistenachse übereinstimmt. Bei dem Erdbeben vom 14. April liegt die maximale Senkung südlich von der Verwerfung und westlich von der Stadt Čirpan. Unter der Voraussetzung, daß der Herd punktförmig ist, kann das Epizentrum nicht nur nach den Beschädigungen und anderen äußeren Merkmalen, sondern auch nach dem tiefsten Senkungspunkt bestimmt werden. Wie die Karte zeigt, kann hier nicht die Rede von einem zufälligen Versenkungspunkt sein. Das Epizentrum braucht auch nicht immer mit einem Sprung zusammenzufallen. Das so bestimmte Epizentrum des Erdbebens von Čirpan hat dann folgende Koordinaten $\varphi = 42.2^{\circ}$; $\lambda = 25.3^{\circ}$ (im International Summary 1928 ist angegeben $\varphi = 41.7^{\circ}$, $\lambda = 26.3^{\circ}$).

Bei dem Beben von Papasli fällt Sprung und maximale Senkung zusammen. Also ergeben sich hierfür folgende Koordinaten: $\varphi = 42.1^{\circ}$; $\lambda = 25.1^{\circ}$ (in dem International Summary ist $\varphi = 41.8^{\circ}$; $\lambda = 25.0^{\circ}$ angegeben).

Außer den Hauptsprüngen, die auf der Karte angegeben sind, haben sich noch viele kleinere Sprünge gezeigt, die gewissermaßen ein Netz bilden. Die neuen, sowie die alten Dislokationen zeigen, daß die Erdkruste in diesem Gebiet in zahlreiche kleine Blöcke geteilt sein kann. An einem einzigen Nivellement allein kann man die Grenzen der Blöcke noch nicht bestimmen. Das würde erst möglich werden, wenn einige Nivellements hintereinander ausgeführt werden. Denn die Gruppe von Meßpunkten, die auf einem Block liegen, müssen sich immer

durch gleichartige Veränderungen hervorheben. Derartige Untersuchungen sind bereits in Japan mit Erfolg ausgeführt worden [10]. Also ist jedes neue Nivellement in diesem Erdbebengebiet sehr wertvoll für uns. Wir berechnen die Neigungen der Erdoberfläche aus der Karte unter der Voraussetzung, daß sie im Mittel linear erfolgen. Das Gelände zwischen Borissovgrad und Čirpan hat nördlich der tiefsten Einsenkung ein Gefälle von etwa 20 cm/km und im Süden ein Gefälle von 4 cm/km. In der Fig. 1 ist das geologische Profil (Nord-Süd) durch Čirpan

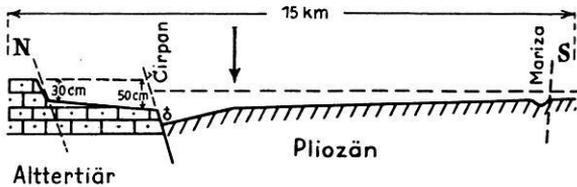


Fig. 1. Das geologische Profil (Nord-Süd) durch Čirpan mit dem Niveau vor (gestrichelt) und nach dem Erdbeben

mit dem Niveau vor (gestrichelt) und nach dem Erdbeben dargestellt [11]. Die Senkungen in dem Schüttergebiet von Papasli liegen hauptsächlich zentrisch zum Epizentrum. Die maximale Neigung von Nord nach Süd ist 4 cm/km. Wenn wir die beiden Epizentren verbinden, so liegt ziemlich senkrecht dazu in der Richtung Černagora—Borissovgrad die Scheidelinie. Gegen Papasli bildet sich ein Gefälle von etwa 12 cm/km und gegen Čirpan von nur 5 cm/km.

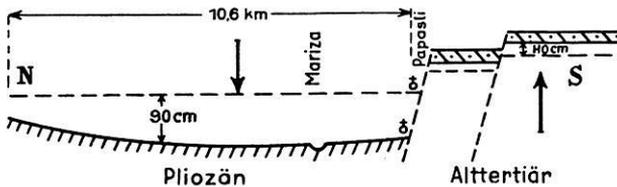


Fig. 2. Das geologische Profil (Nord-Süd) durch Papasli mit dem Niveau vor (gestrichelt) und nach dem Erdbeben

Das Gelände, das sich infolge des Erdbebens hebt, zeigt eine Neigung von ungefähr Nord-Ost nach Süd-West von 4 cm/km. In Fig. 2 ist das geologische Profil durch Papasli (Nord-Süd) gegeben, wobei das alte Niveau gestrichelt ist [12]. Das pliozänische Terrain zeigt hier eine maximale Senkung von 90 bis 100 cm und die eozänischen Kalke eine maximale Hebung von 40 cm. Die regelmäßige Kurvenform der Senkungsbeträge ist wahrscheinlich aus einer Reihe von Teilbrüchen entstanden. Professor J. Mihailovič glaubt, aus seismischem Material und tektonischen Gründen gefunden zu haben, daß in dem seismischen Gebiet von Plovdiv und Čirpan mehr als 40 Blöcke vorhanden sind [13].

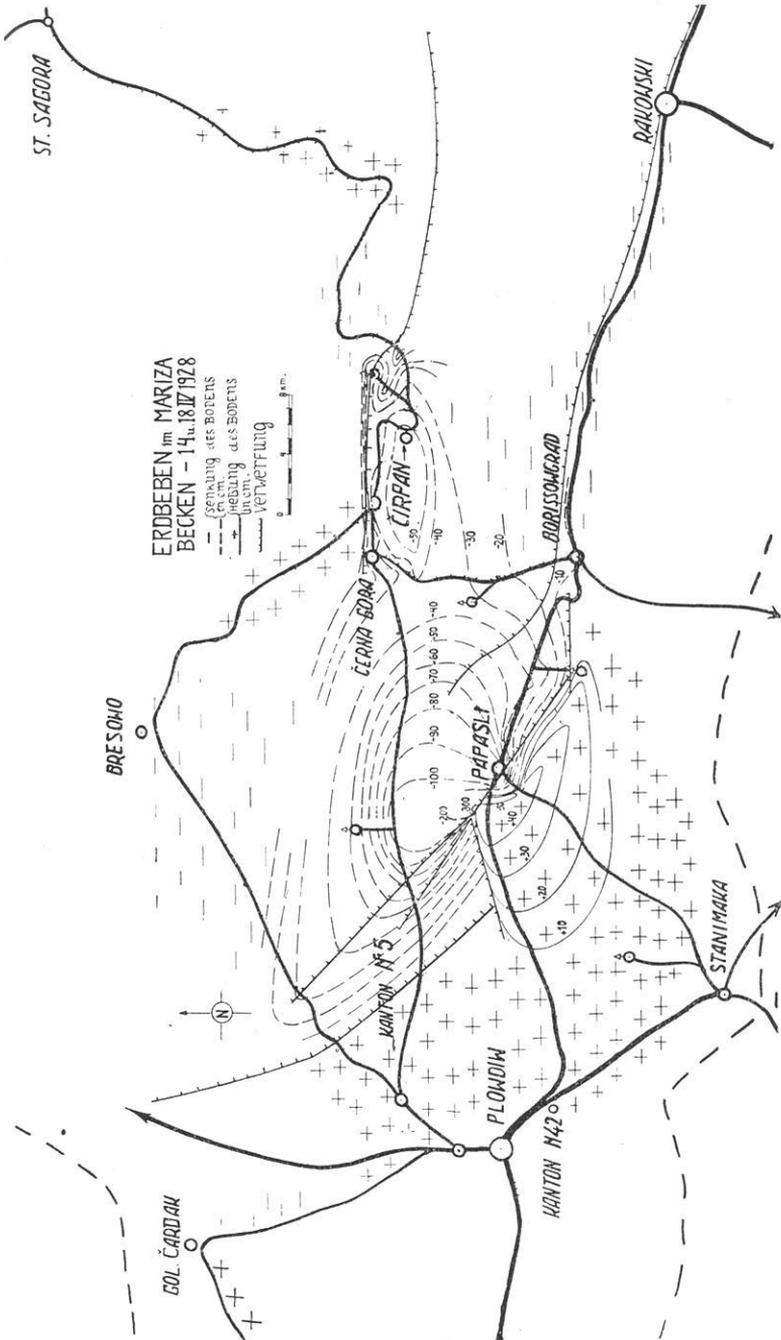


Fig. 3. Die durch genaue Nivellements bestimmten Niveauänderungen im Schüttergebiet der Erdbeben in Südbulgarien am 14. und 18. April 1928

Zum Schluß geben wir noch die tektonische Bewegung des Geländes während des Quartärs an, um zu prüfen, wie weit diese mit den Erdbebenbewegungen unserer Karte übereinstimmen. Nach neuen Untersuchungen [14] in der Umgebung von Čirpan, wo auf unserer Karte Senkung gezeichnet ist, herrscht Stabilität*) und viel nördlicher erst Hebung. Zwischen Paspasi und Plovdiv, wo die Karte die größten Senkungen und Hebungen zeigt, herrschte nur bis vor der Würm Senkung. Diese Unstimmigkeiten sind vielleicht so zu begreifen: Die heutigen tektonischen Bewegungen lassen sich nicht immer aus geologischen Methoden erschließen. Oder aber es müßten die vertikalen Verschiebungen infolge einiger Erdbebenkatastrophen, die nur Augenblickswerte sind, nicht immer mit den tektonischen Bewegungen, die einen Durchschnittswert durch ganz lange Zeiträume darstellen, übereinstimmen.

Zum Schluß sei bemerkt, daß außer Nivellement auch Triangulationsmessungen ausgeführt wurden. Deren Resultate erlauben es aber nicht, sichere Schlüsse über die horizontalen Verschiebungen der Schollen zu ziehen.

Literatur

[1] Direktion zur Wiederherstellung des Erdbebengebietes. Bericht. Sofia 1931 (bulgarisch).

[2] Dr. St. Bončev u. P. Bakalow: Die Erdbeben in Südbulgarien 1928, S. 2 (bulg. und franz.).

[3] Vergl. [2], S. 4.

[4] Vergl. [1], S. 22—23, 42—43; vgl. [2], S. 4 und D. Jaranoff: Morphologie der Hinterbalkanischen Becken. Sofia 1935, S. 60—65 (deutsch).

[5] Ing. M. Mirkow: Nivellementausmessungen in dem Erdbebengebiet von Südbulgarien. Jahrb. d. staatsgeogr. Inst. 1932, S. 34—39 (bulg.).

[6] Vgl. [1], [2], [12] und K. Kiroff: Beitrag zum Studium der Erdbeben in Südbulgarien 1928. Akad. d. Wiss. Bd. 29 (bulg.).

[7] Vgl. [2] und [12], S. 1—115.

[8] Vgl. [6] K. Kiroff, S. 20.

[9] G. Krumbach: Seismogrammformen und Vorgänge im Herdgebiet. Gerl. Beitr. 30, 1931, S. 353.

[10] C. Tsuboi: Earthquake Res. Institute, Bull. 1928, S. 72; 1929, S. 103; 1930, S. 153.

[11] Vgl. [1], S. 24.

[12] Vgl. [2], S. 5.

[13] J. Mihailovič: Die Erdbeben in Südbulgarien. Beograd 1933 (serbisch mit franz. Zusammenfassung).

[14] Vgl. [4]. D. Jaranoff, S. 80—86.

[15] Vgl. [4]. S. 82.

*) Das Wort Stabilität bedarf einer Erklärung. Man nimmt an, daß der Balkan während des Quartärs fünfmal epirogene Bewegungen gemacht hat. Alle Teile, die diese gemeinsamen Hebungen mitgemacht haben, ohne ihre Lage zu den Nachbargebieten zu ändern, nennen wir stabil während des Quartärs (15).