

# ZUR KENNNTNIS DER GLAZIATION UND DES BUCHEN- WALDES BEI BIOGRADSKO JEZERO IN MONTENEGRO

von

**P. Černjavski**, Beograd.

Im verflossenen Jahre unternahm ich Mitte August<sup>1)</sup> eine Exkursion auf die Bjelasica bei Berane, um dort bei einigen Bergseen Bohrungen auszuführen. Bei dieser Gelegenheit wurde auch zum selben Zwecke der See, Biogradsko Jezero besucht, welcher von einem interessanten, meines Wissens noch nicht untersuchten Buchenwalde, umrahmt wird. (Abb. 1).

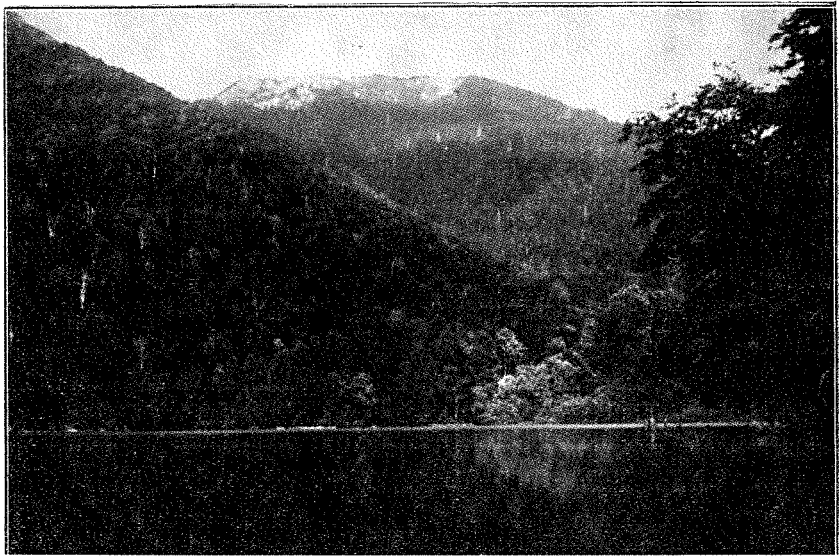


Abb. 1. — Umgebung von Biogradsko Jezero (Photo: Muravjev).

Nach Cvijić ist das Biogradsko Jezero der größte See der Bjelasica, und stellt ein terminales Gletscherbassin dar. Dieser See, welcher infolge Abdämmung durch den Wall einer Stirnmoräne,

<sup>1)</sup> In Gesellschaft des Herrn N. Muravjev, Gymnasialprofessors in Berane.

gleich den Alpenrandseen gebildet wurde, füllt den Boden des unteren, glazialen (Würmzeit oder stadial) Gletscherzirkles aus. Der See liegt (bei ungefähr 1094 m ü. M.) nahe dem Tara-Fluße und der Stadt Kolašin in einer trichterförmigen Vertiefung im dichten Walde eingebettet. Das Wasserniveau desselben steigt und sinkt während des Jahres merklich. Bei meinem Besuche war das Niveau des Sees niedrig, und seichte Randpartien desselben waren bereits trocken. Das Wasser des Sees war deutlich braun gefärbt, es enthielt auch zahlreiche Blutegel. Damals konnte ich keinen Abfluß des Sees bemerken. Beim Ausgange desselben schloß eine große Moräne wie eine Barriere beim damaligen, niedrigen Wasserstande jeden oberirdischen Abfluß des Sees vollkommen ab. Der Fluß Jezerštica (Cvijić) oder Biogradska Reka (Milojević) existiert nur während des Frühlings, wenn der See angefüllt ist.

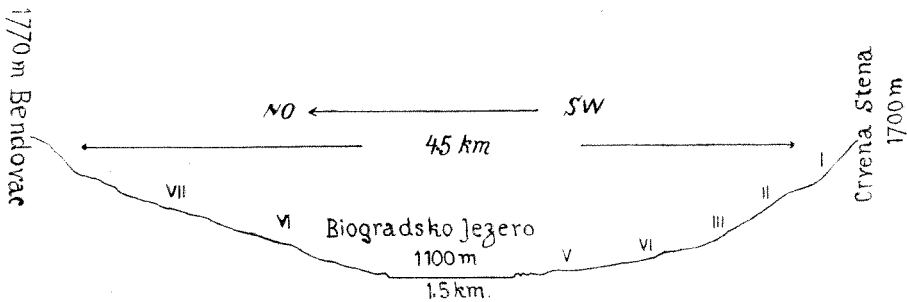


Abb. 2. — Schematische Verteilung der Einzelbestände bei dem See von Biogradsko Jezero.

Die von Eruptivgesteinen (Quarz-Porphyr und Porphyrit) gebildeten<sup>2)</sup> steilen Bergabhänge um den See herum sind dicht mit Wald bestanden, welcher vorm Weltkriege als eine Art Jagdrevier gedient hat, in dem der Waldschlag streng verboten war. Obgleich das Verbot des Waldschlages in der Biogradska Gora noch heute besteht, so fallen trotzdem nicht selten mächtige Waldbäume der Axt zum Opfer.

Die große Steilheit der Bergabhänge, welche das Heraus-schleppen der gefällten Baume sehr erschwert, bewahrt jedoch den Wald von seiner Vernichtung. Daher sieht man heute, daß der Wald nur in der Nähe der sommerlichen Ansiedlungen der Berghirten, besonders in Hinsicht der Koniferen, die als Bauma-

<sup>2)</sup> Mündlich Čubrilović und Jovanović.

terial dienen, merklich ausgerodet ist. Die unteren Teile von Biogradska Gora sind aber fast undurchdringlich, stellen jedoch kaum einen eigentlichen Urwald vor.

Der Wald, Biogradska Gora, wurde von mir vom Goleš Katun (1700 m ü. M.) im Westen bis zur Berghütte (1100 m u. M.) hinab in Nordosten und dann in der Richtung nach Bendovac (1772 m ü. M.) gegen Osten aufwärts durchquert. Die folgende Skizze (Abb. 2) stellt ein schematisches Querprofil des Raumes von Goleš Katun, durch das Biogradsko Jezero, bis Bendovac, sowie die entsprechende Verteilung der Waldbestände dar.

Die orographischen Verhältnisse des Standortes bei Biogradsko Jezero ermöglichen hier in den Höhen zwischen 1100-1700 m ü. M. die Bildung eines lokalen Klimas. Dieser Standort ist von Winden und intensiver Beleuchtung geschützt. Das Klima dieses gut isolierten Standortes beim See, Biogradsko Jezero ist milder und feuchter als das rauhe Bergklima der offenen Bergabhänge von Bjelasica in derselben Meereshöhe.

Auf dem Querprofile (Abb. 2) wurden 7 Vegetationsaufnahmen gemacht:

### I. Der *Acer Visianii* — Einzelbestand des reinen Hochwaldes.

Derselbe besiedelt den über 45° steilen Bergabhang unter Goleš Katun in der Höhe von 1500-1600 m ü. M. auf etwas rötlichen, lehmigen, zumeist ganz kahlen Boden. In diesem Einzelbestande ist fast ausschließlich Ahorn (*Acer Visianii*); der Kronenschluß der Baumschicht 7/10. Die schlanken, weißen Stämme von *Acer Visianii* sind bis einen halben Meter oder noch mehr stark und über 20 m hoch. Die Buche tritt in diesem Bestande nur vereinzelt auf. Ihre Stämme erreichen selten dieselben Dimensionen und ihr Wuchs ist oft vielstämmig.

Die Strauchschicht und der Nachwuchs des jungen Waldes fehlt in demselben Einzelbestande. Der Boden ist etwa 1/10 vegetationsbedeckt. Die Krautschicht ist dafür sehr arm und besteht größtenteils aus *Polystichum dilatatum* und wenigen Moosen (*Ctenidium molluscum*, *Mnium undulatum* und *Polytrichum* sp.).

Das Fallaub fehlt beinahe vollständig. Die Kahlheit des Bodens in diesem Einzelbestande wird nicht durch den Lichtmangel, sondern hauptsächlich durch die Steilheit des Abhanges bedingt. Außerdem wird bei dem häufigen Durchqueren der Vieh — und Schafherden zur Tränke die Oberfläche des Bodens sehr leicht zerstört.

## II. *Der Fagus moesiaca* — Einzelbestand des reinen Hochwaldes.

Die Neigung des Bergabhanges und der Boden ist wie bei dem vorigen Einzelbestande. Der Kronenschluß der Baumschicht ist  $6/10$ , im welchem nicht der Ahorn sondern die Buche herrscht. Der Ahorn ist sporadisch vertreten. Alle beide sind üppig entwickelt. Ihre Stämme erreichen  $3/4$ —1 m Stärke und über 20 m Höhe und tragen häufig Moospolster und Flechten.

Die Strauchschicht und der Nachwuchs des jungen Waldes fehlt. Der Boden ist von Moospolstern und einzelnen Farnen (*Polystichum dilatatum*) bis  $2$ — $3/10$  vegetationsbedeckt und fast ohne Fallaub, wie im ersten Einzelbestande.

## III. *Der Fagus moesiaca* — Einzelbestand des gemischten Hochwaldes.

Beim Abstieg vom zweiten Einzelbestande ist der Waldbestand mehr gemischten Charakters. Hier ist der Bergabhang bereits unter  $45^\circ$  steil. Der Kronenschluß der Baumschicht ist bis  $6/10$ , in welchem wieder die Buche vorherrscht. Ahorn und Tanne sind in ziemlichen Mengen vertreten. Alle Bäume sind mächtig entwickelt. Dieser Einzelbestand ist viel wilder und undurchdringlicher als die beiden früheren.

Die Stämme und Zweige sind reichlich mit Moosen und Flechten überkleidet. Die Strauchschicht fehlt oder besteht aus einzelnen Sträuchern von *Lonicera Xylosteum*. Der Nachwuchs des jungen Waldes fehlt.

Die Krautschicht ist ebenfalls sehr schwach entwickelt. Häufig begegnet man einer reichen Krautvegetation dort, wo der Kronenschluß der Baumschicht nicht bedeutend ist, oder an durch Stürme gebildeten Waldlichtungen. Moose sind üppig entwickelt, aber die Blütenpflanzen sind außer *Asarum*, *Anemone*, *Actaea*, *Viola*, *Oxalis*, *Impatiens*, *Sanicula*, *Polygonatum*, *Paris* und *Luzula* ganz unterdrückt. Eine Menge junger Sämlinge von Tanne, Buche und Ahorn sind auf Waldlichtungen den Krautpflanzen beigemischt. Das Fallaub ist nicht mächtig, merklich vorhanden.

## IV. *Der Abies alba* — Einzelbestand des gemischten Hochwaldes.

Dieser liegt bereits in der Nähe des Sees und stellt auf den sanft geneigten Berghängen einen Mischwald dar.

Der Kronenschluß der Baumschicht ist bis zu  $4/10$ ; die Bäume, besonders die mit Moosen und Flechten bekleideten

Tannen sind von erstaunlichen Dimensionen, wie niemals vorher. Der Abstand zwischen denselben beträgt 10 bis 20 m. Windbrüche trifft man hier am häufigsten an.

In diesem Bestande der Buche mit Ahorn überwiegt die Tanne.

Die Strauchschicht fehlt. Der Nachwuchs des jungen Waldes ist unbedeutend. Jedoch ist die Krautschicht mit Baumsämlingen auf durch Windbrüche entblößten Stellen dichter. Hinsichtlich der Krautarten gibt es zwischen diesem und dem vorigen Einzelbestande keinen Unterschied. Im vierten Einzelbestande jedoch ist *Asperula odorata* sehr häufig.

Obgleich das Fallaub mächtiger als im vorigen Einzelbestande ist, so bildet es keine ununterbrochene Bodendecke. Im dritten wie auch im letzten Einzelbestande treten nicht selten Buchenstämme mit ganz ~~wilder und glatter~~ glatter Borke auf, die häufig Birken vortäuschen können.

#### V. *Der Fagus moesiaca -- Corylus Avellana Einzelstand des gemischten Waldes.*

Diesen Einzelbestand trifft man am westlichen Ufer des Sees auf einer Moräne an, welche durch große Massen aufgehäufter Kalkfelsblöcke gleichsam eine Barriere bildet und deshalb den oberirdischen Abfluß aus dem See verhindert. Hier kann man nur von einer Steinwildnis und nicht von einem Boden sprechen. Dieser Waldbestand ist bedeutend niedriger als in allen früheren Einzelbeständen. Derselbe stellt wiederum einen fast undurchdringlichen Bestand von frischen und vermoderten Waldbäumen und Sträuchern dar.

Dieser Standort befindet sich in der Nähe des Ausgangs der Schlucht beim Biogradsko Jezero. Hier machte sich uns ein sehr starker Wind gleich einem Zugwinde bemerkbar. Vielleicht kann sich wegen dieser anhaltenden Zugwinde der Bestand zu einem Hochwald nicht entwickeln.

In floristischer Hinsicht ist in diesem Einzelbestande die Strauchschicht reich entwickelt. Der Kronenschluß der Baumschicht, die häufig aus *Fagus moesiaca*, *Acer Pseudoplatanus*, *A. Visianii*, *Ulmus montana* und *Fraxinus excelsior* und seltener aus *Abies alba* und *Sorbus Aucuparia* besteht, ist bis zu 6/10. In der Strauchschicht dominiert *Corylus Avellana*. Von Lianen sind *Clematis Vitalba* und *Lonicera Caprifolium* sehr häufig.

Tabelle I.

|                                     | EINZELBESTÄNDE |         |           |         |           |
|-------------------------------------|----------------|---------|-----------|---------|-----------|
|                                     | I              | II      | III       | IV      | V         |
| Waldschicht:                        |                |         |           |         |           |
| <i>Fagus moesiaca</i>               | + . 2          | 4 . 1—2 | 3—4 . 1—2 | 2 . 1—2 | 2—3 . 1—2 |
| <i>Acer Visianii</i>                | 4 . 1          | +       | 2—3 . 1   | 2 . 1—2 | 2 . 1     |
| <i>Abies alba</i>                   |                | +       | 1—2—3 . 1 | 2—3 . 1 | +         |
| <i>Picea excelsa</i>                |                | +       | +         |         |           |
| <i>Acer Pseudoplatanus</i>          |                |         |           |         | 2 . 1     |
| <i>Fraxinus excelsior</i>           |                | +       | +         |         | 2 . 1     |
| <i>Ulmus montana</i>                |                | +       | +         | 1 . 1   | 2 . 1     |
| <i>Sorbus Aucuparia</i>             |                |         |           |         | +         |
| Strauchschicht:                     |                |         |           |         |           |
| <i>Corylus Avellana</i>             |                |         |           |         | 2 . 2     |
| <i>Evonymus europaeus</i>           |                |         |           |         | 1 . 2     |
| <i>Rhamnus fallax</i>               |                |         |           |         | 1 . 2     |
| <i>Crataegus Oxyacantha</i> (?)     |                |         |           |         | 1 . 1     |
| <i>Rosa lutetiana</i>               |                |         |           |         | 1 . 1     |
| <i>Coronilla emeroides</i>          |                |         |           |         | 1 . 2     |
| <i>Viburnum Opulus</i>              |                |         |           |         | 1 . 2     |
| <i>Lonicera alpigena</i>            |                |         |           |         | 1 . 2     |
| Lianen:                             |                |         |           |         |           |
| <i>Clematis Vitalba</i>             |                |         |           |         | 2 . 2     |
| <i>Lonicera Caprifolium</i>         |                |         |           |         | 1 . 2     |
| „ <i>Xylosteum</i>                  |                |         | + . 2     |         |           |
| Krautschicht:                       |                |         |           |         |           |
| <i>Mercurialis perennis</i>         |                |         | +         | +       |           |
| <i>Asarum europaeum</i>             |                |         | +         | +       |           |
| <i>Anemone ranunculoides</i>        |                |         | +         | +       |           |
| <i>Thalictrum aquilegifolium</i>    |                |         | +         | +       | +         |
| <i>Actaea spicata</i>               |                |         | +         | +       |           |
| <i>Viola silvestris</i>             |                |         | +         | +       |           |
| <i>Oxalis Acetosella</i>            |                |         | +         | +       |           |
| <i>Geranium Robertianum</i>         |                |         | +         | +       | +         |
| <i>Impatiens noli tangere</i>       |                |         | +         | +       |           |
| <i>Chrysosplenium alternifolium</i> |                |         | +         | +       |           |
| <i>Saxifraga rotundifolia</i>       |                |         | +         | +       | +         |
| <i>Geum urbanum</i>                 |                |         |           |         | +         |
| <i>Coronilla varia</i>              |                |         |           |         | + . 2     |
| <i>Epilobium montanum</i>           |                |         | +         | +       |           |
| „ <i>angustifolium</i>              |                |         |           |         | +         |
| <i>Sanicula europaea</i>            |                |         | +         | +       |           |
| <i>Chaerophyllum sp.</i>            |                |         | +         | +       |           |
| <i>Angelica silvestris</i>          |                |         |           |         | +         |
| <i>Veronica urticifolia</i>         |                |         |           |         | + . 2     |
| <i>Digitalis ambigua</i>            |                |         |           |         | +         |
| <i>Glechoma hirsuta</i>             |                | +       | +         | +       |           |
| <i>Salvia glutinosa</i>             |                |         |           |         | +         |
| <i>Stachys palustris</i>            |                |         |           |         | +         |
| <i>Cynanchum Vincetoxicum</i>       |                |         |           |         | +         |
| <i>Galium silvaticum</i>            |                |         |           |         | + . 2     |
| <i>Asperula odorata</i>             |                | +       | +         | 1 . 3   | + . 2     |
| <i>Lactuca muralis</i>              |                |         | +         | +       |           |

|   |      |           |          |          |      |
|---|------|-----------|----------|----------|------|
| <i>Senecio nemorensis</i>                           |      |           | +        | +        |      |
| <i>Prenanthes purpurea</i>                          |      |           |          |          | +    |
| <i>Mulgedium Plumieri</i>                           |      |           | +        | +        |      |
| <i>Centaurea pannonica</i>                          |      |           |          |          | +    |
| <i>Lilium Mariagon</i>                              |      |           | +        | +        |      |
| <i>Paris quadrifolia</i>                            |      |           | +        | +        |      |
| <i>Polygonatum latifolium</i>                       |      | +         |          |          |      |
| <i>Luzula silvatica</i>                             |      |           | +        | +        | 1.2  |
| <i>Poa nemoralis</i>                                |      |           |          |          | 1.2  |
| <i>Festuca montana</i>                              |      |           |          |          | 1.2  |
| <i>Equisetum palustre</i>                           |      |           |          |          | +    |
| <i>Polystichum Filix mas</i>                        |      |           |          |          | 1.2  |
| " <i>dilatatum</i>                                  | +    | +         | +        | +        | 1.2  |
| <i>Cystopteris fragilis</i>                         |      |           | +        | +        | 1.2  |
| <i>Polypodium vulgare</i>                           |      |           |          |          | 1.2  |
| <i>Polytrichum</i> sp.                              | + .3 |           |          |          | + .2 |
| <i>Ctenidium molluscum</i>                          | + .3 | 1.3       | 2.3      |          | 2.3  |
| <i>Mnium undulatum</i>                              | + .3 | 1.3       | 2.3      | 2.3      | 2.3  |
| <i>Isothecium myurum</i>                            |      |           | 2.3      | 2.3      | 1.3  |
| (Die Moose sind von Herrn Th. Soška determ.)        |      |           |          |          |      |
| <i>Melanopus squamosus</i>                          |      |           | +(Buche) | +(Buche) |      |
| <i>Ganoderma applanatum</i>                         |      | +(Fichte) | +        |          |      |
| <i>Boletus edulis</i>                               |      | -         | +        | +        |      |
| (Die Pilze sind von Herrn V. Lindtner determiniert) |      |           |          |          |      |

Die Krautschicht ist ebenfalls sehr reich entwickelt. Moose und Flechten überziehen häufig dicht die Bäume und den Boden dieses Waldbestandes.

Auf den Moränenblöcken längs des Flußes Biogradska Reka, welcher in den gleichnamigen See fließt, ist ebenfalls ein sehr gemischter Waldbestand von Buchen-Tannen und Fichten. Oberhalb dieses Flußes fand Muravjev im Jahre 1935 in der Nähe von Krijestolske Rupe zwischen Blöcken einen interessanten nordischen Farn *Blechnum Spicant*. (Christ).

Die folgende Tabelle 1 gibt (nach Braun-Blanquet) eine vergleichende Übersicht der kombinierten Mengen- und Deckungsverhältnisse sowie der Geselligkeit.

In allen diesen Einzelbeständen herrschte bei meinem Besuche, obwohl der Himmel damals wolkenlos war, eine größere Dunkelheit.

Unter Geselligkeit wende ich hier nur den Charakter des Wachsens der Individuen im Bestande an.

Die beiden letzten Vegetationsaufnahmen wurden im Aufstieg vom See gegen Bendovac zu gemacht. Die Bergabhänge der Ostseite sind sanfter geneigt und mit ärmlichen Waldbeständen bedeckt.

#### VI. *Der Fagus moesiaca* — Einzelbestand des gemischten Waldes.

Die Neigung des Bergabhanges ist sehr sanft. Der Kronenschluß der Waldschicht ist bis 5/10, in welchem die Buche vorherrscht. Zwei Ahorne (*A. Visianii* und *A. Pseudoplatanus*) sind ziemlich häufig, aber Fichte und Tanne sind nur vereinzelt anzutreffen. Hier sind die Bäume nicht mächtig entwickelt. In der Strauchschicht sind Hasel und Holunder anfangs merklich beteiligt, doch verschwinden dieselben mit der Höhe allmählich.

Den Boden bedeckt zu etwa 4/10 eine Kraut- und Moosvegetation, in welcher *Galeobdolon luteum*, *Geranium phaeum* und Moose häufig sind. Die Decke des Fallaubes ist nur dünn und fleckenweise.

#### VII. *Der Fagus moesiaca* — Einzelbestand des reinen Waldes.

Die Bergabhänge sind steiler, aber nicht so stark geneigt wie auf der Westseite. Der Waldbestand ist arm und besteht aus häufigen Buchen mit mittleren Stämmen und einzelnen Ahorn. Die Strauchschicht fehlt. Der Boden ist arm an Kraut — und Moosvegetation und fleckenweise mit dünnem Fallaub bedeckt.

Südlicher von Bendovac wird jedoch die obere Waldgrenze nicht von Buchen, sondern von Tannen und Fichten mit vereinzelt Buchen gebildet. Man muß hier jedoch bemerken, daß auf der Bjelasica bei Berane meistens die Tannen und Fichten und selten die Buche die obere Waldgrenze bilden. Über der jetzigen oberen Waldgrenze, die zweifellos sekundär herabgedrückt ist, erstrecken sich auf der Bjelasica ausgedehnte subalpine Wiesen.

Von den subalpinen Mughusbeständen, die hier früher stark entwickelt waren, sind nur klägliche Reste bekannt, wie z. B. auf der Nordseite der Crna Glava über dem See, Pešića Jezero.

Die drei Kiefernarten (*Pinus Peuce*, *P. leucodermis* und *P. silvestris*) bilden auf der Bjelasica keine großen Waldbestände und fehlen in der unmittelbaren Nähe des Sees Biogradsko Jezero.



Jede von diesen 5 Einzelbeständen der Biogradska Gora bedeckt eine Fläche von einigen Hektar, die gewiß größer als der Minimalraum der entsprechenden Waldassoziationen ist. Hinsichtlich der Baumschicht unterscheidet sich der erste Einzelbestand scharf von allen anderen. Allerdings kann man sich vorstellen, daß der *Acer Visianii*-Einzelbestand den Rest des durch den Menschen dezimierten zweiten Einzelbestandes (Der *Fagus moesiaca*-Einzelbestand des Hochwaldes) darstellt. In Hinsicht der Standortbedingungen sieht man zwischen dem ersten und zweiten Einzelbestande keinen Unterschied. Sie stellen aber in Hinsicht der Baumschicht zwei verschiedene Zusammensetzungen dar. Alle hier beschriebenen Einzelbestände von Biogradska Gora sind nicht räumlich begrenzt, sondern es geht stets die eine unmerklich in die andere über. Außer dem fünften Einzelbestande von Biogradska Gora gehören alle anderen, zu derselben Buchenassoziation, obwohl sie eine größere Fläche besetzen und quantitativ sehr verschieden zusammengesetzt sind. Alle Einzelbestände von Biogradska Gora beziehen sich mit Ausnahme des fünften allerdings auf die geographischen Varianten der mitteleuropäischen Buchenassoziation des *Fagetum acerosum* (Rübel). In der Baumschicht der Buchenbestände von Biogradska Gora werden *Fagus silvatica* und *Acer Pseudoplatanus* durch *Fagus moesiaca* und *Acer Visianii* ersetzt. Die beiden letzten Bäume spielen im Walde von Biogradska Gora die gleichwertige bioökologische Rolle, wie *Fagus silvatica* und *Acer Pseudoplatanus* in den entsprechenden mitteleuropäischen *Fageta* (Koch in Rübel).

Mit Rübel kann man annehmen, dass unser Buchenwald wegen der merklichen Beimengung der Tanne eine Assoziation darstellt, welche „zu einem Unterverband des *Fagion abietosum*“ gehört. Der fünfte Einzelbestand trägt bereits einen Übergangscharakter von Eichen- zu Buchenassoziationen.

Der Wald von Biogradska Gora, in welchem *Fagus moesiaca* und *Acer Visianii* die zwei wichtigsten Komponenten darstellen, ist gewiß nicht jüngeren Ursprunges. *Acer Visianii* ist kein mitteleuropäischer Waldbaum, der in postglazialer Zeit auf die Balkanhalbinsel gekommen ist, sondern einer der häufigen Balkanendemiten. *Fagus moesiaca*, mit ihrem Hauptareal im östlichen Teile des Mittelmeergebietes (im Sinne Engler's) ist ebenfalls nicht mitteleuropäisches Ursprunges der glazialen oder postglazialen

Zeit. Die Zugehörigkeit der Buchenformen vom westlichen Mittelmeergebiete zu denselben Formen der europäischen Buche, welche Botaniker noch von der Linnéschen Zeit her als gewiß annehmen, muß man also nachprüfen. Die Unterschiede zwischen der asiatischen und europäischen Buche sind nicht nur rein morphologischer, sondern auch biologischer und genetischer Art (Wulff).

Zweifellos gehört auch oben genanntes *Blechnum Spicant* nicht den glazialen oder postglazialen Immigranten an, sondern er ist auf der Balkanhalbinsel von vorglazialen Ursprung.

Um zu sehen, ob sich die Pollenspektren der Oberflächenproben die Zusammensetzung des Waldes bei Biogradsko Jezero wiederholen, habe ich im Abstiege drei Moosproben genommen. Die Pollenanalyse derselben gibt folgende Ergebnisse.

#### Das erste Moospolster.

Dasselbe wurde von einem gefällten Buchenstrunke im dritten Einzelbestande genommen. Es war ein dichtes, bis 1 cm großes Moospolster, das von *Homalothecium Philippeanum* und *Ctenidium molluscum* zusammengesetzt war. Für die Analyse wurde ein bis 1 cm<sup>3</sup> großes Stück aus der Mitte des Polsters ausgewählt. Die Probe wurde wie üblich in 10% KOH gekocht und zentrifugiert. Nach der Zentrifugierung derselben bekam ich so pollenreiche Präparate, daß ein Präparat, höchstens zwei für die Analyse genügten.

Folgendes Pollenspektrum, welches die prozentuelle Pollenmenge der Waldbäumen darstellt, erhielt ich von dem ersten Moospolster:

*Abies* = 90%; *Pinus* = 4%; *Picea* = 3,5%; *Fagus* = 0,5%;  
*Alnus* = 0,5% und *Ulmus* = 0,5%.

Außer 239 Baumpollen wurden noch einige Pollenkörner von cf. Caryophyllaceen, Farnsporen und Diatomeen beobachtet. Bei der mikroskopischen Durchsicht der oberen Teile der jungen grünen Moosstengel vom selben Moospolster, sieht man deutlich, wie viel Tannepollen von den Moosblättern aufgehalten wurde. Dieses Pollenspektrum gibt keineswegs das Bild der Waldzusammensetzung im dritten Einzelbestande, in welchem die Buche und nicht die Tanne dominiert. Außerdem fehlt der Ahornpollen, obwohl der Ahorn in Häufigkeit der Buche nicht viel nachsteht.

### Das zweite Moospolster.

Dasselbe stellt ein lockeres, bis 5 cm großes Moospolster von *Antitrichia curtispendula* dar, und wurde im vierten Einzelbestande von einem Buchenstumpfe genommen. Für die Pollenanalyse wurden von zweiten Moospolster drei Proben erwählt.

Erste Probe. Die Oberfläche des Polsters von jüngeren grünen Moosstengeln gab folgendes Pollenspektrum:

*Fagus* = 76<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Abies* = 14<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Pinus* = 2<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Ulmus* = 2<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Alnus* = 1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Picea* = 1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Quercus* = 0,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Betula* = 0,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Carpinus* = 0,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Tilia* = 0,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Acer* = 1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Salix* = 1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Corylus* = 1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Ferner wurden Pollen von cf. Caryophyllaceen und Compositen, Farnsporen, Pilzhyphen und — sporen, sehr selten die *Nephelae* — Tönnchen und sehr häufig Rhizopoden beobachtet.

Dieses Pollenspektrum stimmt fast mit der rezenten Waldzusammensetzung überein, obzwar der Ahornpollen zweifellos stark unterrepräsentiert ist. Bei der mikroskopischen Durchsicht der jüngeren Moostengel sieht man deutlich, daß der Buchenpollen häufiger als der Tannenpollen von den Moosblättern aufgehalten wird.

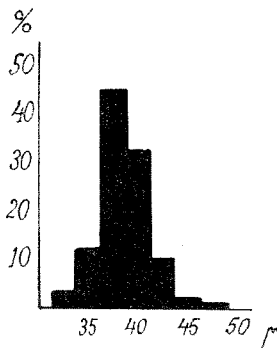


Abb. 3. — Diagramm der Buchenpollengröße (100 Pollen).

Der Buchenpollen (Abb. 3) gehört nach seiner Größe dem großen Buchenpollen (*Fagus orientalis* — Klasse) an.

Leider konnte ich wegen der späten Jahreszeit (August!) und besonders wegen der sehr hohen Äste keine männlichen Blüten sammeln, obwohl damals gerade die Buche reichlich fruktifizierte. Die Kupula der Buche von Biogradska Gora zeigt auf den ersten Blick eine große Ähnlichkeit mit der europäischen Buche. Bei sorgfältiger Untersuchung kann man diese Ähnlichkeit bezweifeln. Bei der Buche von Biogradska Gora sind die unteren Stipeln auf der Kupula linear, manchmal bis 12—13 mm lang, häufig im unteren Drittel bis 1 mm breit, oben manchmal fast 0,5 mm oder noch breiter, meistens flach und nicht rund, doch niemals grün, sondern braun gefärbt. Diese Merkmale sind nach Wulff für die orientalische (*Fagus orientalis* Lipsky)

Buche charakteristisch. Die Blätter der Buche von Biogradska Gora unterscheiden sich durch keil- oder ovalkeilförmige Gestalt und durch Zahl (8-10) der Seitennerven von den Blättern der europäischen (*Fagus silvatica* L.) Buche, und nähern sich durch diese Merkmale wieder den Blättern der asiatischen (*F. orientalis* Lipsky) Buche.

Meines Erachtens haben wir im Walde von Biogradska Gora mindestens die intermediäre und keineswegs die typische europäische Buchenform.

Zweite Probe. Die braunen, bereits abgestorbenen Moosstengel der unteren Teile des Moospolsters sind mit folgendem Pollenspektrum charakterisiert:

*Fagus* = 50<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Abies* = 41,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Pinus* = 5,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Picea* = 2,0<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Alnus* = 0,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Corylus* = 0,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Salix* = 0,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Außer den häufigen Rhizopoden, Pilzhypen und — sporen wurde noch einiger Pollen von cf. Compositen, Caryophyllaceen und Farnsporen gefunden. Ahornpollen fehlt. Die Zahlenverhältnisse des Buchen — und Tannepollens stimmen jedoch nicht so gut wie die der ersten Probe bei der Zusammensetzung im vierten Einzelbestande überein.

Dritte Probe. Ein Stück durch die ganze Breite des Moospolsters stellt eine gemischte Probe von grünen und braunen Moosstengeln dar. Das Pollenspektrum der dritten Probe im Vergleich mit den beiden anderen Proben desselben Moospolsters zeigt einen wichtigen Unterschied:

*Abies* = 64<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Fagus* = 13,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Ulmus* = 12,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Pinus* = 2<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Acer* = 1,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Tilia* = 0,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Betula* = 0,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Salix* = 0,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Corylus* = 0,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Der Tannepollen dominiert in demselben Spektrum und derjenige der Buche ist sehr unterdrückt, doch der Ulmenpollen ist zahlreich. Der Pollen cf. Caryophyllaceen und Farnsporen ist selten. Diatomeen, Pilzhypen und -sporen sind häufiger.

Die Mengenverhältnisse des Pollens von Tanne, Buche und Ulme stellen keinen mittleren Wert der Pollenzahlen der ersten Probe dar, obwohl dieselben sehr an das Pollenspektrum des ersten Moospolsters erinnern. Es ist nicht anzunehmen, daß diese beiden Pollenspektren einem älteren, nicht rezenten Waldbestande angehören. Die Abwesenheit des Ahornpollens oder seine geringe Menge steht zweifellos mit der geringen Resistenzfähigkeit des Ahornpollens in Verbindung.

### Das dritte Moospolster.

Letzteres Moospolster ist bis 1 cm hoch und besteht aus *Homalothecium Philippeanum*. Dieses Moospolster ist jedoch dichter als das zweite und lockerer als das erste. Das dritte wurde ebenfalls im vierten Einzelbestande von einem gefällten Buchenstamme genommen. Eine Probe durch das Polster ergibt folgendes Pollenspektrum:

*Fagus* = 63<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Abies* = 30<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Pinus* = 2<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Picea* = 1,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Quercus* = 1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Betula* = 0,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Alnus* = 0,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Ulmus* = 0,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Carpinus* = 0,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; *Tilia* = 0,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Hasel- und Ahornpollen fehlt. Bei der mikroskopischen Durchsicht der grünen Moostengel des dritten Polsters sieht man, daß der Tannepollen in merklicher Menge vertreten ist.

Auf der Tabelle II sind die Pollenspektren der Oberflächenproben von Biogradska Gora zusammengestellt.

Tabelle II.

| Pollenarten in prozentueller Menge | III. Einzelbestand (Buche überwiegt) | IV. Einzelbestand (Tanne überwiegt) |                       |          |                        | Mittelwertige, prozentuelle Pollenmenge |                       |
|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|----------|------------------------|---|-----------------------|
|                                    | Das erste Moospolster                | Das zweite Moospolster              |                       |          | Das dritte Moospolster |   |                       |
|                                    |                                      | Sehr dichte Struktur                | I Probe               | II Probe | III Probe              |   | Dichtlockere Struktur |
|                                    |                                      |                                     | Sehr lockere Struktur |          |                        |   |                       |
| Waldbäume von Biogradska Gora      | %                                    | %                                   | %                     | %        | %                      | %                                       |                       |
| <i>Fagus</i>                       | 0,5                                  | 76                                  | 50                    | 13,5     | 63,5                   | 40                                      |                       |
| <i>Abies</i>                       | 90                                   | 14                                  | 41,5                  | 64       | 30                     | 48                                      |                       |
| <i>Picea</i>                       | 3,5                                  | 1                                   | 2                     | 2        | 1,5                    | 2                                       |                       |
| <i>Pinus</i>                       | 4                                    | 2                                   | 5,5                   | 2        | 2                      | 3                                       |                       |
| <i>Quercus</i>                     |                                      | 0,1                                 |                       |          | 1                      | Spuren                                  |                       |
| <i>Carpinus</i>                    |                                      | 0,1                                 |                       |          | 0,1                    | „                                       |                       |
| <i>Ulmus</i>                       | 0,5                                  | 2                                   |                       | 12,5     | 0,1                    | 3                                       |                       |
| <i>Tilia</i>                       |                                      | 0,1                                 |                       | 0,5      | 0,1                    | Spuren                                  |                       |
| <i>Acer</i>                        |                                      | 1                                   |                       | 1,5      |                        | „                                       |                       |
| <i>Betula</i>                      |                                      | 0,1                                 |                       | 0,5      | 0,5                    | „                                       |                       |
| <i>Alnus</i>                       | 0,5                                  | 1                                   | 0,1                   |          | 0,5                    | „                                       |                       |
| <i>Fraxinus</i>                    |                                      |                                     |                       |          |                        | spurenlos                               |                       |
| <i>Salix</i>                       |                                      | 1                                   | 0,1                   | 0,5      |                        | Spuren                                  |                       |
| <i>Corylus</i>                     |                                      | 1                                   | 0,1                   | 0,5      |                        | „                                       |                       |

Diese Tabelle zeigt, daß die Pollenspektren der Oberflächenproben von Biogradska Gora mit der rezenten Zusammensetzung der Einzelbestände desselben Waldes nicht immer übereinstimmen. Obwohl der Ahorn im vierten Einzelbestande dieselbe Rolle wie die Buche spielt, so ist sein Pollen im entsprechenden Spektrum nur im Spuren vorhanden. Der Ulmenpollen ist deutlich. Die Pollenspuren von Eiche, Linde und Erle zeigen an, daß diese Bäume im Walde von Biogradska Gora spärlich auftreten können. Die Weide bildet ringsum den See dichte Bestände, ihre Pollenmenge ist jedoch sehr gering. Die Spuren von Birkenpollen stammen von einzelnen Bäumen in den oberen Waldbeständen über dem See, wie die bei Bendovac. Die Fichte ist bei ihrer Seltenheit auf der Biogradska Gora in den Pollenspektren ziemlich gut vertreten und nicht überrepräsentiert. Jedoch kann der Kiefernpollen in den Pollenspektren der Oberflächenproben von Biogradska Gora durch Ferntransport erklärt werden.

Im bezug der Tanne und Buche geben die einzelnen Pollenspektren kein wahres Bild der Mengenverhältnisse zwischen Tanne und Buche in heutigen Waldbeständen von Biogradska Gora. Die mittelwertigen, prozentuellen Pollenmengen der Tabelle II weisen wieder die nicht wahren Mengenverhältnisse im Walde von Biogradska Gora auf.

Wenn wir die grünen Moosstengel desselben Moospolsters von Biogradska Gora im Wasser, ohne Kochen, untersuchen, so sehen wir, daß der große Tannen-, Fichten- und Kiefernpollen mehr von den Blättern der dichtrasigen (*Ctenidium molluscum*) als der lockerrasigen (*Antitrichia curtispindula*) Moospolster eingeschlossen wird. Das Regenwasser wäscht bei den letzteren Proben den großen Pollen leicht nach unten aus. Deshalb sind die unteren Proben des zweiten lockeren Moospolsters viel reicher an Tannepollen als die oberen desselben Polsters. Auch der Wind bläst den großen Pollen leichter aus dem lockerrasigen als aus dem dichtrasigen Moospolster aus.

Auf die heutige Ungleichheit zwischen den Pollenspektren einiger Oberflächenproben und der Waldzusammensetzung, hat erst Erdtman (in Rudolph-Firbas), und dann andere Autoren hingewiesen. Rudolph und Firbas waren mit der Annahme von Erdtman nicht einverstanden, und erklärten daher diese Ungleichheit nicht durch ältere Entstehung der Oberflächenproben.

Die Anwendung der Pollenspektren der Oberflächenproben für die Rekonstruktion der rezenten Wälder wächst sich bereits in eine eigentliche Problematik aus. Die lokalen Verhältnisse in den Wäldern, der Wechsel der fertilen und sterilen Jahre, die verschiedene Pollenproduktion und Resistenzfähigkeit des Pollens der Waldbäume, als auch die Fossilisationsprozesse sind nicht die einzigen Faktoren, welche die entsprechende Zusammensetzung des Pollens in den Moospolstern hervorrufen. Die Struktur der Moospolster, die Größe der Moosblätter und die Beschaffenheit des Moosblattes sind bei dieser Frage ebenfalls sehr wichtig.

Alle diese Möglichkeiten beweisen deutlich, daß wir bei der Rekonstruktion der rezenten Wälder mit den Ergebnissen der pollenanalytischen Untersuchung der Oberflächenproben sehr vorsichtig sein müssen.

---

Bei Biogradsko Jezero wie bei anderen Seen von Bjelasica wurden bis jetzt keinerlei glaziale oder interglaziale pflanzenführende Sedimente gefunden.

Die Resultate der pollenanalytischen Untersuchung der Proben, welche die Bohrungen am See von Biogradsko Jezero ergaben, sind leider wieder fast wertlos. Die westliche Seite des Sees, welche von Weidenbeständen und Sumpfwiesen bewachsen sind, ist nur von grobkörnigen Mineralsedimenten und nicht von Torf oder Grobjetritusgyttja gebildet. Alle diese Proben, von der Oberfläche bis 1 m tief, waren nach der Zentrifugierung sehr pollenarm und zeigten immer die merkliche Anwesenheit des Pollens von *Abies*, *Pinus* und *Picea*. Von Pollen der laubabwerfenden Bäume wurde nur einiger Buchenpollen gesehen. Die pollenreichste Probe war die von 0,35 m, welche jedoch in 5 Präparaten nur 18 Pollenkörner enthielten:

*Pinus* 7 Pollen, *Abies* 6, *Picea* 3, *Fagus* 2.

Diese Proben sind zweifellos wegen der Sedimentation im schnell fließenden Wasser und wegen der periodischen Austrocknung derselben Sedimente arm an Pollen. In einem zwar sehr begrenzten Sinne kann man jedoch annehmen, daß die ständige Anwesenheit des Koniferenpollens bei den Proben, die durch Bohrung bei Biogradsko Jezero entstanden, auf die größere frühere Häufigkeit der Tanne und Fichte im Walde von Biogradska Gora, sowie auf den Kiefern- und Mughusgürtel oberhalb dieses

Waldes hinweisen. Das heutige Vorherrschen der laubabwerfenden Bäume steht gewiß nicht im Zusammenhange mit den angeblichen Klimaänderungen, sondern wahrscheinlich mit den Fällen von Koniferen im Walde von Biogradska Gora.

Die untersuchten Sedimente von Biogradsko Jezero gehören der historischen Zeit oder höchstens dem Ende des Postglazials an. Die pflanzlichen Reste von Biogradsko Jezero bieten noch keine Möglichkeit, die Alterbestimmung der verschiedenen Glaziationsphänomene (die Höhe der Schnee-, der Waldgrenze etc.) zu kontrollieren. In dieser Hinsicht stehen uns nur die Ergebnisse von Cvijić zur Verfügung, welcher annimmt, daß das Alter allen deutlich entwickelten Moränen von Bjelasica der Würmeiszeit und seinen verschiedenen Stadien angehören.

Cvijić hat approximativ die Höhe der Schneegrenze der Glaziation auf Bjelasica berechnet und nimmt an, daß während der Würmglaziation diese Grenze bei 1500 m ü. M. gelegen ist. Stimmt diese Höhe der Schneegrenze mit der Lage derselben während der letzten Glaziation überein, so muß man schließen, 1) daß die Abhänge von Bjelasica in der Nähe von Biogradsko Jezero damals ganz waldfrei, oder nur mit isolierten Waldresten oder einzelnen Bäumen bewachsen waren, 2) daß die damalige obere Waldgrenze unter dem heutigen Seeniveau von Biogradsko Jezero gelegen war und 3) daß der Wald von Biogradska Gora im Postglazial entstanden war.

Die spätere Arbeit von Kays er korrigiert die Angabe von Cvijić betreffs der Glaziation in Sinjavina und Durmitor in Westmontenegro. Bjelasica liegt sehr nahe bei der Sinjavina, von welcher sie nur durch den Tara-Fluß geteilt ist, weshalb man die Ansicht von Kays er auch für Bjelasica anwenden kann.

Derselbe nimmt an, daß die Schneegrenze in Westmontenegro bedeutend höher gelegen war, als es Cvijić angenommen hatte.

Pollenanalytische Untersuchungen von Vlasina (1200 m ü. M.) weisen keineswegs auf die Waldlosigkeit der weiteren Umgebung von Vlasina während der Bildung ihrer ältesten organogenen Sedimente hin. Meine vorläufigen Ergebnisse der pollenanalytischen Untersuchungen von einem See (1700 m ü. M.) des Visitor in Montenegro bestätigen auch, daß der letztere See, als seine ältesten organogenen Sedimente (stadiales oder bereits postglaziales Alter?) gebildet wurden, von einem aus Kiefer und Tanne gebildeten Walde umgeben war.



Zweifellos war die damalige (stadiale oder postglaziale?) Höhe der Waldgrenze auf dem Visitor auch höher als 1700 m gelegen. Auch die glazialen Höhenverhältnisse der Waldgrenzen auf Bjelasica ändern sich, wenn man die Lage der Schneegrenze auf dem letzten Berge in Übereinstimmung mit der Ansicht von K a y s e r höhersetzt. Die Umgebung des Sees war während der stadialen oder postglazialen Zeit wahrscheinlich sowohl unterhalb als auch oberhalb desselben bewaldet.

Alle bekannten Tatsachen betreffs der Glaziation in Montenegro sprechen für die Annahme des jüngeren Ursprungs der deutlich entwickelten Moränen und fluvioglazialen Ablagerungen bei Biogradsko Jezero. Deshalb kann man annehmen, daß Bjelasica, mit der mittelwertigen Höhe von ca 2000 m und die höchsten Gipfeln von ca 2200 m ü. M., deutliche Spuren nur einer Glaziation (jüngere Glaziation nach K a y s e r = Würmglaziation nach C v i j i ć) aufweisen.

Die vermutliche ältere Glaziation bei Biogradsko Jezero hat nach C v i j i ć und K a y s e r keine deutlichen Moränenablagerungen zurückgelassen. K a y s e r zitiert: „bis sich der kompliziertere Fall einer Mehrzahl der Vereisungen wirklich wissenschaftlich etwa aus interglazialen Ablagerungen beweisen lassen sollte.... (muß man) mit der Annahme einer einmaligen Vergletscherungsperiode auskommen von etwa folgendem Schema: Ein maximaler Eisvorstoß, dem heute verwachsene, unklare, tiefste Moränen angehören, einerseits langdauerndes Rückzugsstadium... und dann noch ein bis drei kurze jüngere Eishalte“.

Von interglazialen und glazialen Ablagerungen mit Pflanzenresten aus Montenegro ist bis jetzt überhaupt leider noch nichts bekannt. Dafür ist es noch sehr schwer zu entscheiden, ob die organogenen Sedimente von Biogradsko Jezero glazialen, stadialen oder postglazialen Alters sind. Deshalb sind unsere Kenntnisse über die Vegetationsentwicklung bei Bjelasica hinsichtlich der glazialen als auch der postglazialen Zeiten sehr mangelhaft. Betreffs des Alters des Waldes von Biogradska Gora kann man annehmen, daß derselbe bedeutend alt (stadial oder glazial?) ist, aber man muß die Entstehung der Komponenten seiner Baumschicht zweifellos in der Zeit noch vor der Glaziationen suchen.

Nicht uninteressant ist es, hier die letzten Ergebnisse (G u é r a s s i m o v) der Quartäruntersuchungen des Kaspischen Meeres, welches größtenteils dieselbe geographische Breite wie

die Balkanhalbinsel besitzt, anzuführen. Guérassimov nimmt in seiner paläogeographischen Schema der postpliozänen Geschichte des Kaspischen Meeres an, daß in derselben also nur eine Glaziation in weiterem Sinne zu erkennen war. Man kan mithin die Frage aufwerfen, ob der Monoglazialismus in der postpliozänen Zeit überhaupt für das Mittelmeergebiete, im Umfange von Engler, eine gemeinsame Erscheinung war?

November 1937.

(Aus dem Botanischen Institut und Garten der Universität, Beograd).

LITERATUR:

- Braun-Blanquet, J.*: Pflanzensoziologie. — (Berlin. 1928).  
*Christ, H.*: Die Farnkräuter der Erde. (Jena. 1897).  
*Cvijić, J.*: Ledeno doba u Prokletijama i okolnim planinama. — (Glas Kralj. Srpsk. Akademije, CXI, 1924).  
*Černjavski, P.*: Pollenanalytische Untersuchungen der Sedimente des Vlasinamoores in Serbien. — (BBC. Bd. LVI 1937, Abt. B).  
*Guérassimov, J.*: La mer caspienne à la période quaternaire (russisch). Travaux de la sect. sov. de l'as. int. pour l'ét. du Quaternaire (JNQUA). III, 1937, Leningrad-Moscou,  
*Milojević, B.*: Črna prst, Bjelasica i Perister. — (Poseb. izd. Georg. dr. sv. 16).  
*Kayser, K.* Morphologische Studien in Montenegro I. — (Zeitschr. d. Gesellschaft f. Erdkunde. 1932).  
*Rudolph, K.* und *Firbas, F.*: Paläofloristische und stratigraphische Untersuchungen böhmischer Moore. — (BBC, Bd. XLI, 1925).  
*Rübel, E.*, Zusammenfassende Schlußbetrachtung zur Vortragsrunde über die Buchenwälder Europas. — (Veröf. d. Geob. Inst. Rübel in Zürich H. 8, 1934).  
*Wulff, E.*, Die kaukasische Buche, ihre Verbreitung, systematische Stellung und Entwicklungsgeschichte. — (BBC, Bd. LIV, 1935.).
-