

ГЛАСНИК
БОТАНИЧКОГ ЗАВОДА И БАШТЕ УНИВЕРЗИТЕТА
У БЕОГРАДУ

BULLETIN
DE L'INSTITUT ET DU JARDIN BOTANIKES
DE L'UNIVERSITÉ DE BEOGRAD

DIRIGÉ PAR
Dr. LJUB. M. GLIŠIĆ
Professeur de Botanique à la Faculté des Sciences de Beograd

Tome III

1934

№ 1—2

Imprimé aux frais des Fondations universitaires:
„STARA BOTANIČKA BAŠTA“ et „LUKA ČELOVIĆ-Trebinjac“

B E O G R A D
Imprimerie Drag. Gregorića — Strahinjica Bana 75
1934

	Page
Glišić, Lj. M.: Professeur Nedeljko Košana. In memoriam. (Avec le portrait)	1—X
_____ : Cytological observations on a <i>Salvia</i> -hybrid. (With plates I—III)	1—17
Jakovljević, St. J.: Les rapports de l'oxygène dans le lac de Prespa	18—34
_____ : Végétation macrophytique du lac de Prespa	35—55
Gessner Fritz: Limnologische Untersuchungen am Skadar (Skutari)-See	56—62
Stanković, S.: Zur Oligotrophie des Skadar (Skutari)-Sees	63—93
Glišić, Lj. M.: Zur Kenntnis der Samenentwicklung der Gesneriaceen. Über die Endosperm- und Haustorienbildung von <i>Roettlera</i> . (Mit 9 Textabbildungen und Tafel IV)	94—111
Lenz, Friedrich: Die 7. Mitgliederversammlung der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie in Jugoslawien 1934	112—116

Edition de l'Institut Botanique.
Beograd, Takovska 43.

ГЛАСНИК
БОТАНИЧКОГ ЗАВОДА И БАШТЕ УНИВЕРЗИТЕТА
У БЕОГРАДУ

BULLETIN

DE L'INSTITUT ET DU JARDIN BOTANIKUES
DE L'UNIVERSITÉ DE BEOGRAD

DIRIGÉ PAR
Dr. LJUB. M. GLIŠIĆ
Professeur de Botanique à la Faculté des Sciences de Beograd

Tome III

1934

№ 1—2

Imprimé aux frais des Fondations universitaires:
„STARA BOTANIČKA BAŠTA“ et „LUKA ČELOVIĆ-Trebinjac“

B E O G R A D
Imprimerie Drag. Gregorića — Strahinjića Bana 75
1934

† Dr. NEDELJKO KOŠANIN



Nedeljko Košanin

PROFESSEUR NEDELJKO KOŠANIN

In memoriam

par

Ljub. M. Glišić

Le 22 mars 1934 est décédé au sanatorium de Graz (Autriche) Dr. Nedeljko Košanin, professeur de botanique, directeur de l'Institut et du Jardin botaniques de l'Université, membre de l'Académie des Sciences, fondateur de la revue „Bulletin de l'Institut et du Jardin botaniques de l'Université de Beograd“. Dans la personne de Košanin la science botanique en Yougoslavie vient d'éprouver une perte grave; elle perd un savant, lequel, par ses qualités morales comme par son oeuvre scientifique, restera un grand nom, un exemple à suivre par les botanistes futurs.

Košanin est né le 13 octobre 1874 à Čečina, un petit village de la Serbie Occidentale, où son père était le maire de la commune. Encore enfant, entouré d'une riche flore et d'une végétation très variée, c'est en gardant les brébis dans les montagnes qu'il acquit un amour ardent des objets et des phénomènes de la nature. Il grandit en contact immédiat avec la nature, dont les changements incessants, en particulier ceux qu'offre, au cours des saisons, chaque petit champ, bois ou prairie de montagne, accaparèrent à jamais son imagination vive et son esprit d'observation. C'est bien la vie grandiose de la montagne, au sein de laquelle il passait ses journées, qui forma son âme d'enfant, et qui fut sa première école botanique. Et il resta attaché, pendant toute sa vie, à la nature libre qui l'attirait d'une manière irresistible.

Malgré les grandes difficultés, matérielles et autres, Košanin quitta la maison de son père et, poussé d'une implacable volonté de travail et de perfectionnement, alla à Beograd pour continuer ses études au lycée. C'est là qu'il apprit les premières explications des phénomènes naturels, qu'il avait déjà observé

au cours de sa première enfance; son attachement pour la nature en devint encore plus forte. Il se décida alors de s'adonner entièrement aux études de l'histoire naturelle. A la sortie du lycée il s'inscrit à l'Ecole des Hautes Etudes et s'adonna aux études des sciences naturelles, qu'il termina en 1899. A cause de ses opinions politiques socialistes, l'entrée immédiate au service de l'Etat lui était rendue impossible, et c'est pourquoi il s'occupa, pendant quelque temps, de gagner sa vie en travaillant dans un moulin. Vers la fin de 1899 il obtint toutefois un poste de chargé de cours dans un lycée de Beograd. Mais son désir de poursuivre ses études en sciences naturelles le poussa bientôt à quitter en 1902 son poste et à se rendre à Leipzig, au laboratoire bien connu de physiologie végétale, dirigé par le professeur Pfeffer. L'école du célèbre physiologiste exerça la plus grande influence sur les dons naturels du jeune botaniste. C'est à côté de son grand Maître que Košanin apprit ce qui était le plus précieux pour son travail scientifique futur: les qualités de précision, d'ordre et d'exactitude rigoureuse, autant que le sens de saisir les grands traits des problèmes qui se posent devant lui. Il termina ses études à Leipzig en 1905 par une dissertation intitulée „Über den Einfluß von Temperatur und Aetherdampf auf die Lage der Blätter“, dont les résultats étaient d'une haute valeur scientifique.

Ses expériences acquises au laboratoire de Pfeffer formèrent définitivement l'esprit scientifique de Košanin. Rentré dans son pays en 1906 il fut nommé d'abord assistant à l'Institut Botanique de l'Université de Beograd, et bientôt après docent de botanique à l'Université.

Mais voilà que les nouvelles difficultés inattendues surgirent devant lui: les ressources nécessaires pour poursuivre des recherches expérimentales de physiologie manquaient complètement au laboratoire modeste de botanique, où il devait travailler. C'est alors que survient une nouvelle orientation importante de l'esprit scientifique de Košanin: il se retourne vers la Nature libre et y retrouve sa première éducatrice d'enfant. C'est là qu'il trouva un laboratoire sans bornes et en même temps le plus complet. La richesse à peine entamée en problèmes biologiques de la végétation de Serbie ne lui permettait pas de s'enfermer entre quatre murs en poursuivant des recherches de cabinet. L'observation des plantes à l'état libre, l'étude de leur vie sous des conditions

naturelles de leur habitat et l'explication des phénomènes de la vie végétale en dehors des serres et des jardins fermés, devinrent l'objet et le but uniques de son travail futur. Au lieu de s'occuper des expériences organisées au laboratoire, il se mit à expliquer celles que la nature offre à chaque pas, dans son immense laboratoire libre. Guidé par la tradition de Pančić, il se posa le devoir d'explorer la flore et la végétation de son pays. Toute son activité assidue, tous ses travaux se laissent expliquer par le désir de faire tout son possible afin que son pays acquière en science la place qui lui appartient par la richesse de sa flore et de sa végétation. Voilà pourquoi l'esprit scientifique de Košanin fut orienté, par la force des conditions, vers les recherches dans le domaine de la Systématique, de l'Ecologie et de la Géographie Végétales. Malgré toutes les difficultés qu'il eut, il devint bientôt maître dans ces domaines scientifiques.

Il faut souligner ici le fait important, que le travail scientifique dans la petite Serbie d'alors, ne fut point une besogne facile. On devait travailler sous des conditions plus que modestes, et dans un milieu presque sans tradition d'une activité scientifique organisée. Considéré sous cet angle l'oeuvre de Košanin est à apprécier d'une manière toute spéciale. C'est seulement en développant un effort prodigieux et en luttant durement contre les conditions primitives de travail que Košanin arrive à poser les fondements solides de la science botanique moderne en Serbie. Il était un pionnier de la science, au vrai sens du mot. Sorti du laboratoire merveilleusement organisé de Leipzig, il ne trouve dans son pays pas même les conditions les plus élémentaires du travail scientifique. C'est dans un petit cabinet mal bâti et à la lumière détestable d'une lampe à pétrole qu'il devait commencer ses premières recherches microscopiques sur les algues et les mousses de son pays. Ses excursions et voyages botaniques accomplissait Košanin sous des circonstances pénibles, exigeant un effort inaccoutumé. Mais il méprisait les difficultés et même les dangers réels qu'il devait rencontrer pendant ses voyages en Serbie Méridionale pendant le régime ottomane. A l'époque où il commençait à travailler, les hommes d'une haute culture d'esprit étaient rares dans la petite Serbie. Leur milieu posait à eux des exigences qui dépassaient les limites de leur facultés professionnelles. Ils devaient à la fois être des scientifiques, éducateurs, politiciens, organisateurs, pionniers et soldats. Sans contact avec

des personnes de leur spécialité professionnelle, les hommes à l'exemple de Košanin, devaient se frayer le chemin et créer les conditions de travail par leur propres forces. Et il n'est pas exagéré à dire que le travail scientifique moderne d'alors s'alliait à un véritable héroïsme personnel. Ce n'étaient que des hommes de haute valeur morale qui réussissaient à vaincre les difficultés inconnues des hommes de science des autres pays. Košanin dirigeait ses efforts vers l'organisation du travail scientifique personnel; mais en même temps il s'efforçait aussi de se créer des collaborateurs, et d'élever les jeunes.

Si l'Institut Botanique de Beograd a remplacé la lampe à pétrole par l'éclairage électrique pour microscopier; si le petit cabinet de travail a cédé la place aux bons laboratoires pourvus d'appareils et d'instruments modernes pour les recherches et l'enseignement; si l'Institut et le Jardin botaniques disposent actuellement d'une riche bibliothèque et d'une importante collection d'herbiers et de plantes vivantes de toutes les régions du pays; si l'Institut et le Jardin botaniques sont aujourd'hui en vives relations avec des institutions analogues du monde entier; si le travail scientifique se poursuit aujourd'hui sans entraves après la mort du Maître; si, enfin, l'Institut possède sa revue périodique où trouvent place les travaux scientifiques de ses travailleurs, publiés en différentes langues étrangères, ce qui les rend accessibles au monde entier, — c'est en premier lieu le mérite du regretté Košanin, grand pionnier de la Botanique scientifique de notre pays.

Etant donné les difficultés qu'il eut et qui viennent d'être énumérées plus haut, l'oeuvre scientifique de Košanin est à juger d'une autre manière que l'oeuvre des savants des autres pays possédant une vieille tradition scientifique et des conditions de travail, où même les activités minimales sont mises en valeur.

C'est en suivant l'exemple de Pančić que Košanin continua à travailler assidûment dans le domaine de sa spécialité, à terminer et à entreprendre de nombreuses recherches nouvelles, démontrant ainsi que l'héritage scientifique de Pančić est arrivé en bonnes mains, capables d'en faire les bases solides d'une science moderne. Chaque année, au cours des 30 années de son activité, Košanin organisait des excursions, soit tout seul, soit avec ses élèves et collaborateurs, et explorait la végétation de la Serbie, en collectionnant des riches matériaux pour ses re-

cherches phytogéographiques et systématiques. Il créa même un herbier des plantes des régions balkaniques méridionales (Serbie du Sud, Monténégro, Albanie), d'une valeur toute spéciale. Chacun de ses voyages était suivi des découvertes nouvelles, qu'il publiait dans une série de publications.

Si l'on passe en revue les travaux scientifiques de Košanin, on constate qu'ils se rapportent: à la Physiologie et à l'Ecologie Végétales, à la Systématique et à la Phytogéographie.

Sorti du laboratoire physiologique de Pfeffer, où il fit sa dissertation, il montra plus tard, par le travail „Die Bewegungen der Blüten- und Fruchstiele bei der Gattung Cyclamen“ (1921) qu'il n'abandonnait pas la physiologie végétale. Dans ce travail il donnait une explication du mécanisme et de la signification écologique de ces mouvements. Ce travail était destiné pour le recueil des travaux dédiés à son grand Maître le professeur Pfeffer, mais à cause de la guerre il ne fut publié qu'en 1921.

„Lebensweise des Kirschlorbeers auf dem Berge Ostrozub“ (1913) est une étude écologique parfaite de cette importante forme rélictive de la flore de Serbie. Košanin explique l'origine et la conservation de cette plante, tellement poussée au nord et éloignée de son aire de Caucase. Il soulève en même temps, dans ce travail, l'importante question de l'évolution de la flore de Serbie depuis la fin du Tertiaire.

Le plus grand nombre de travaux de Košanin sont consacrés à des problèmes phytogéographiques. C'est bien par ces travaux que Košanin s'acquiert une réputation méritée dans le monde scientifique, à savoir celle du meilleur connaisseur de la flore et de la végétation non seulement de la Yougoslavie mais aussi bien de toute la Péninsule Balkanique. Dans tous ces travaux, Košanin traite aussi des questions écologiques et systématiques. Le premier travail de cette catégorie, „Lac de Daić“ (1907), est une première étude d'une haute tourbière à Sphagnum de la Serbie, où Košanin traite aussi à côté de la végétation du lac, la question du passé des forêts de la région. Vient ensuite „Vlasina“ (1910), l'étude monographique d'une autre haute tourbière à Sphagnum de Serbie. Il y traite en détail les différentes associations végétales de l'objet étudié, de leur genèse et de leur écologie. Ici aussi la question de l'évolution des forêts de la région de Vlasina est prise en considération. L'hypothèse de Košanin que les forêts de hêtre sont des restes des forêts anciennes mix-

tes, s'est trouvée plus tard confirmée par l'analyse des pollens contenus dans les sédiments de la tourbière. Cette hypothèse, formée à l'époque où l'on ne connaissait pas encore la méthode de l'analyse des pollens, témoigne d'une grande faculté d'observation de Košanin.

Très importante est son étude sur la „Végétation de la montagne de Jakupica en Macédoine“ (1911), parfaite comme travail scientifique. Elle représente une vue synthétique sur la végétation de cette grande montagne balkanique méridionale. Dans la zone subalpine de Jakupica il a découvert une nouvelle espèce, *Viola Košaninii*, qui est en réalité une forme rélictiaire. A côté de cette espèce, encore d'autres nouvelles en furent notées: *Colchicum macedonicum*, *Saxifraga karadžicensis*, *Anthyllis Košaninii*. Les recherches sur la végétation du Monténégro et de l'Albanie sont publiées en 1914 sous le titre de „Végétation du NE de l'Albanie“. Košanin y décrit la végétation de l'Albanie dans la région de la rivière de Drim, jusqu'à l'entrée de cette rivière dans la plaine de Skadar (Skutari). En se basant sur les données botaniques, Košanin souligne le fait important que la vallée de Drim représente, au point de vue thermique, un canal méditerranéen, appelé par lui „le golfe floristique méditerranéen“.

L'activité scientifique de Košanin ne s'arrêtait même pas au cours des guerres balkaniques, où il prit une part active. En soldat, il profitait des rares moments libres pour explorer la végétation des régions traversées par l'armée. Mais la guerre européenne coupa malheureusement son activité scientifique, puisqu'il fut, pendant toute la durée de la guerre, interné en Autriche. Bientôt après la guerre il publie en 1922, dans deux publications, ses recherches sur la „Végétation des montagnes Rugovo-Metohija“ et sur la „Végétation des montagnes de la Macédoine occidentale et méridionale“, où furent exposés les grands traits de la végétation de la plupart des montagnes de la Serbie du Sud (Korab, Jablanica, Galičica, Nidže, Dudica, Kajmakčalan), représentent une première base pour les recherches monographiques ultérieures. Entre autre, il y note la richesse en endémismes d'origine tertiaire, et la présence des éléments de la flore de l'Europe Moyenne, du Caucase et de l'Asie Mineure, participant dans la flore des montagnes étudiées. Il souligne aussi l'influence négative de l'homme sur la végétation (abaissement de la limite supérieure de forêts, l'extension des prairies subalpines).

Dans son travail sur la „Géographie des Ramondia des Balkans“ (1921), Košanin expose, à côté des observations sur la morphologie et l'écologie de ces importantes formes rélictaires de notre flore, encore des résultats détaillés sur leur répartition géographique. Dans son discours à l'Académie (1923), „Vie des plantes tertiaires dans la flore actuelle“, de même que dans le travail sur les „Moments géologiques et géographiques dans l'évolution de la flore de la Serbie du Sud“ (1924), Košanin éclaire la question sur l'origine de la végétation de la Serbie entière. Notre pays, et surtout ses régions de montagne, sont riches en formes endémiques tertiaires, de sorte qu'on pourrait désigner certaines de ces régions comme de véritables musées de formes rélictaires tertiaires. C'est surtout dans le deuxième travail cité plus haut qu'il donne un aperçu définitif de ses recherches sur l'histoire de la végétation de notre pays. En même temps, il y souligne l'importance des facteurs orographiques pour les migrations des plantes et leur direction, de même que pour la conservation des formes rélictaires.

En 1925, Košanin publie les résultats de ses longues recherches sur l'écologie et la distribution des conifères en Serbie du Sud. Suivant lui, *Pinus leucodermis* caractérise la zone occidentale de la Péninsule Balkanique. Le travail est riche en observations sur l'importance des conifères pour le reboisement de la Serbie du Sud.

A côté de travaux phytogéographiques, Košanin publiait constamment des travaux de systématique végétale. Au début de sa carrière, il s'occupait des algues et des mousses, mais plus tard il décrivait un bon nombre de nouvelles espèces des Phanérogames: *Ephedra macedonica* Koš., *Viola dukadjinica* W. Becker et Koš., *Viola raunsiensis* Becker et Koš., *Saxifraga karadžicensis* Dg. et Koš., *Verbascum macedonicum* Koš. et Murb., *Salvia Jurišićii* Koš., *Sambucus ebulus* L. var. *deborensis* Koš., *Centaurea Candelabrum* Hay. et Koš., *Narthecium scardicum* Koš., *Colchicum macedonicum* Koš., *Dioscorea balcanica* Koš., *Crocus Cvijićii* Koš., *C. scardicus* Koš. De plus, chacun de ses travaux phytogéographiques contient une importante partie systématique, même avec la description fréquente des espèces nouvelles pour la Serbie ou pour la science. Un grand nombre de plantes porte son nom: *Viola Košaninii* (Dg.) Hay., *Sempervivum Košaninii* Praeg., *Anthyllis Košaninii* Dg., *Onobrychis alba* (W. K.) Desv. f.

Košaninii Šir., *Daphne glandulosa* Bert. var. *Košaninii* Stoj., *Thymus Košaninii* Ronn., *Centaurea Košaninii* Hay., *Koeleria gracilis* Pers. v. *breviglumis* Dom. f. *Košaninii* K. Malý, *Brachythecium Košaninii* Podp., *Cerastium Košaninii* T. Georg., *Alyssum Košaninii* Nyár.

Košanin avait l'intention de publier deux grands ouvrages, qui auraient représenté une synthèse de son activité scientifique, à savoir: „La Flore et la Végétation de la Serbie du Sud“ et „La Dendrologie de la Yougoslavie“. La mort l'a empêché d'achever cette importante entreprise scientifique; mais les nombreuses notes s'y rapportant témoignent une conception originale qu'il avait formée sur ces vastes sujets.

L'activité scientifique de Košanin se poursuivait jusqu'à son dernier souffle. Une grave maladie et la mort coupèrent l'activité et la vie de ce pionnier de la botanique moderne en Yougoslavie. Son nom, grand et sans tache, se perpétuera dans l'oeuvre riche qu'il a su créer. Les plantes qu'il a découvertes ou qui portent son nom, conserveront son souvenir à travers les générations futures.

La vie privée de Košanin était exemplaire et à la hauteur de sa vie de savant. Bon citoyen, voué profondément aux idées socialistes, bon époux et père, il était toujours d'humeur agréable, aimable envers tous. Il accomplissait consciencieusement et sans fatigue son devoir; en quittant le monde des vivants, il n'avait rien à se reprocher. Košanin fut l'un de ces rares hommes, qui, en s'en allant, pouvaient répéter les mots apostoliques: „*Feci quod potui*“.

Cet exposé sommaire et incomplet n'est qu'un aperçu synthétique de la vie et de l'oeuvre de notre grand Maître. Nous espérons avoir pu souligner par cela les grands traits de son activité scientifique et la perte inestimable que sa mort représente pour la science récente de la Yougoslavie. La haute valeur morale et scientifique d'un Košanin ne manquera pas de susciter les jeunes à reprendre le flambeau, à le suivre et à continuer l'oeuvre.

Liste des travaux scientifiques de Košanin

1. Spisak koleoptera u Muzeju srpske zemlje (Index Coleopterorum in Museo historico-naturali serbico). — (Muzej srpske zemlje, Beograd, 1904).
2. Über den Einfluß von Temperatur und Aetherdampf auf die Lage der Blätter. — (Diss. Leipzig, 1905).
3. Naše Characeae. — (Nastavnik, 17, 1907).
- 3a. Characeen Serbiens. — (Österr. Bot. Zeitschr., 1907).
4. Das Vorkommen von *Polytrichum alpinum* L. auf einem Hochmoor in Serbien. — (Hedwigia, 48, 1908).
5. Mahovine sa Golije i njenih ogranaka. — (Nastavnik, 19, 1908).
- 5a. Moose aus dem Gebiete des Golija-Gebirges in Südwest-Serbien. — (Hedwigia, 48, 1908).
6. Daićsko Jezero. Hidro-biološka studija. — (Glas Srp. Kr. Akad., 75, 1908).
7. Alge Vlasinskog Blata. — (Nastavnik, 20, 1908).
8. Grada za floru Stare Srbije i Makedonije. Prilog flori planina Koraba i Bistre. — (Muzej srpske zemlje, 1909).
- 8a. Beitrag zur Flora des Korab- und Bistra-Gebirges in Albanien. — (Magyar Bot. Lapok, 1909).
9. Elementi vlasinske flore. — (Muzej srpske zemlje, 1910).
10. Vlasina. Biljno-geografska studija. — (Glas Srp. Kr. Akad., 81, 1910).
11. Eine interessante Pflanze von Jakupica in Makedonien. — (Magyar. Bot. Lapok, 1911).
12. Vegetacija planine Jakupice u Makedoniji. — (Glas Srp. Kr. Akad., 85, 1911).
13. Die Verbreitung der Waldkoniferen auf Šar-Planina und Korab. — (Österr. Bot. Zeitschr., 1912).
14. Život zeleničeta na Ostrozubu. — (Glas Srp. Kr. Akad., 89, 1913).
- 14a. Lebensweise des Kirschlorbeers auf dem Berge Ostrozub in Serbien. — (Österr. Bot. Zeitschr., 1913).
15. *Narthecium scardicum* spec. nova. — (Österr. Bot. Zeitschr., 1913).
16. Die Verbreitung von *Forsythia europaea* Deg. et Bald. in Nordalbanien. — (Magyar Bot. Lapok, 12, 1913).
17. O vegetaciji severoistočne Arbanije. — (Glasn. Srp. Geograf. Društva, 1914).
18. *Dioscorea balcanica* Koš. n. sp. — (Österr. Bot. Zeitschr. 1914).
19. *Waldsteinia ternata* (Steph.) Fritsch im Bestande von *Picea Omorica*. — (Österr. Bot. Zeitschr., 1921).
20. Kretanje cvetnih i plodovih dršaka u roda *Cyclamen*. — (Glas Srp. Kr. Akad., 95, 1921).
- 20a. Die Bewegungen der Blüten- und Fruchstiele bei der Gattung *Cyclamen*. — (Bull. Inst. et Jard. bot. Univ. Beograd, 1, 1930).
21. *Drosera macedonica* spec. nova. — (Spomenica 50 god. S. M. Lozanića, Beograd, 1922).
22. Biljni pokrivač planina zapadne i južne Makedonije. — (Glasn. Geograf. Društva, 1922).
23. O vegetaciji Rugovsko-Metohijskih planina. — (Glasn. Geograf. Društva, 1922).
24. Geografija balkanskih *Ramondija* (La distribution géographique des deux espèces de *Ramondia* du Balkan). — (Glas Srp. Kr. Akad., 101, 1922).

the young inflorescences of *Salvia Jurišićii* Koš. were gathered and fixed in Carnoy's solution. The collecting of materials from both normal and aberrant plants grown in nearly identical environmental conditions and the treating of the materials with the same cytological technique made it possible to compare the cytological data and to give an adequate explanation of the nuclear phenomena observed.

In the course of my study of the cytology of both *Salvia Jurišićii* Koš. and *Salvia*-hybrid two publications have appeared, namely: Scheel's „Karyologische Untersuchung der Gattung *Salvia*“ (1931) and Uittien's „*Salvia*-Bastaarden III“ (1933). In Scheel's paper the haploid number of chromosomes in *Salvia Jurišićii* Koš. was established as 11. My investigations only go to confirm the exactness of this number, as shown in our Fig. 10. Uittien has discovered a *Salvia*-hybrid originating from a cross between *Salvia Jurišićii* Koš. and *Salvia nemorosa* L. and given a full description of the hybrid plant. Following his description it appears very probable that our *Salvia*-hybrid might also be an offspring of the same parentage.

In the following account I propose to describe some of the cytological phenomena, the most significant of which are the process of nuclear extrusion (cytomyxis) during the prophase of the first meiotic division and the behaviour of the chromosomes through both meiotic divisions.

Cytomyxis

The condition known since Gates's investigations on *Oenothera gigas* and *Oenothera biennis* (1911) as cytomyxis, by which nuclear substances are ejected from one pollen mother cell into the cytoplasm of the adjacent one, was frequently found to occur in the pollen mother cells of our *Salvia*-hybrid. The following is a brief description of this process.

The development of the sporogenous tissue seems to be carried out in a regular manner and the archesporial cells are quite normal in appearance. When the nuclei of these cells enter upon the prophase of the heterotypic division, the cytomyxic phenomena are observed to take place in the majority of mother cells examined. Our Figs. 1—5 simply display representative stages in the behaviour of the nuclei during the various stages of cytomyxis.

The very beginning of the cytomyctic process is shown in Fig. 1. The nucleus of the pollen mother cell to the right has taken an excentric position and is in contact with the cell wall which separates both neighbouring mother cells. The nucleolus has also moved to the same side, whereas the beaded chromatin threads are distributed throughout the greater part of the nuclear cavity. Evidently the nucleus is just coming out of the synizetic stage. A portion of the nuclear substances has already penetrated the cell walls and entered the cytoplasm of the adjoining mother cell. The extrusion has probably taken place through the openings in the cell walls, following the path of the cytoplasmic connexions (plasmodesms) which unite the protoplasts of two neighbouring cells. Two very fine connexions joining the extruded material to the parent nucleus are conspicuous, owing to the increase of their staining power. Arrived in the cytoplasm of the adjacent cell, the extruded nuclear material becomes surrounded by a clear space filled up with the extruded karyolymph of the parent nucleus. In contact with the cytoplasm of the invaded cell a definite nuclear membrane is formed, and a few chromatin granules, pressed up against the new nuclear membrane, may be seen.

Fig. 2 shows the cytomyctic process at a very advanced stage. From the nucleus in the left cell only one small darkly stained globule is to be seen, still retaining its connexion with the extruded material by means of a very thin and distinct filament. The nucleolus has also taken part in extrusion. In the cytoplasm of the invaded cell there are now two nuclei with their definite nuclear membranes pressed up against each other. Though the nuclear substances were forced to pass through very narrow openings in the cell walls, the structure of the extruded nucleus resumed an appearance which closely resembles that of the original nucleus. A similar process of extrusion is beginning to take place from the nucleus of the invaded cell into the cytoplasm of the next cell to the right, and already one small globule has entered the cytoplasm of the latter (Fig. 2).

A similar row of nuclear migrations was very often observed in our preparations. But these migrations do not necessarily occur always in one and the same direction and are not exhibited by all the pollen mother cells of a loculus. Very often cases were encountered, in which the nuclear material was ejected from one mother cell into two neighbouring ones, as shown in Fig. 3.

Figs. 4 and 5 show the extrusion of nuclear material during the late stages of diakinesis. Cases were found, in which the extruded substance had lost its connexion with the original nuclear mass. Under such circumstances one minor accessory nucleus was frequently seen in addition to the major nucleus of the invaded cell (Fig. 4). The dwarf nuclei contained always a certain, but usually a very small number of extruded chromosomes. That the minor nuclei are derived from the nuclei of the neighbouring cells simply by the process of cytomyxis, our Fig. 5 amply demonstrates.

Nuclear migration in later stages than diakinesis was quite absent from our preparations. Also no extrusion was found to occur from the pollen mother cells into the adjoining cells of the tapetum.

As to the subsequent history and fate of both the invaded and enucleated cells, I must here remark that no case was observed in which these cells were capable of continuing through further stages of meiosis. They invariably showed, sooner or later after the extrusion had taken place, evident signs of an approaching disintegration. Later they were encountered in preparations as amorphous deeply stained masses in which nothing of the previous nuclear structure could be distinguished.

Behaviour of the tapetum

The tapetal cells form a single layer surrounding the sporogenous tissue at an early stage of the anther development. At about the time the nuclei of the pollen mother cells enter upon the synizetic stage, the nucleus in the tapetal cells divides mitotically. After the binucleate stage has been attained, the tapetal cells in some anthers remain in a more or less inactive state, thus foreshadowing their impending disintegration. One very interesting fact should be noted: in those anthers showing tapetal cells in an anomalous condition the cytomyctic phenomena were found to be of general occurrence.

Behaviour of the chromosomes

Considerable attention was given to the shape and size of the individual chromosomes as they appear at diakinesis, in order to identify them and thus obtain their exact number and understand their method and degree of pairing.

The chromosomes are not all paired at diakinesis. The number of paired chromosomes frequently observed was 8. Eight *Jurišičii* chromosomes mate with eight of the second parent to form bivalents, leaving 3 chromosomes as univalents. Figs. 6 and 7 represent the nuclei at diakinesis with 8 bivalent and 3 univalent chromosomes, the bivalents being mostly attached end-to-end. It is interesting to note that the bivalents strikingly resemble in appearance those of *Salvia horminum*, as shown in Scheel's Fig. 31.

Occasionally one trivalent chromosome was plainly visible, in which case one bivalent was probably accompanied by one of the univalents.

In the early stages of diakinesis the fibres connecting the members of the gemini are distinguishable. These gradually contract, so that both homologous finally are closely united to each other. Chromosome condensation does not proceed synchronously among all the chromosomes, so that it is not unusual to find some pairs already well condensed, while others show a thread-like appearance in a more or less high degree.

During diakinesis a certain number of chromosomes were seen to be closely connected with the nucleolus by a fine and elongated chromatic filament (Figs. 8 and 9). These are satellite chromosomes which are contacted with the nucleolus by their satellites. The satellite chromosomes are clearly distinguishable as darkly stained granules or caps on the surface of the nucleolus. Fig. 9 shows two fibres connecting the satellites with their corresponding chromosomes, while of the third chromosome only the satellites appears to be left. A similar relation of the satellites to the nucleolus has been reported by several investigators in the case of a great number of plants. Recently Smith (1933) has given attention to these structures in his study on *Galtonia candicans*, where also the necessary literature is quoted.

Owing to the presence of both types of chromosomes (paired and unpaired) at diakinesis, a varying distribution of the univalents to the daughter nuclei was expected to occur during the heterotypic division. And this was indeed shown in a large number of counts made in favourable interkinesis nuclei. The numbers of the chromosomes, before they had lost their morphological individuality, could be ascertained to be usually 10 or 11, as shown in Fig. 13. But the number may be sometimes as low

as 8. Such a low chromosome number was detected at the homoiotypic anaphase of the under diad of the megaspore mother cell. Fig. 11 clearly demonstrates it. Unfortunately the upper diad was missing in the preparation and therefore it is not known whether in its nucleus are included all the 3 univalents in addition to 8 homologous of the bivalents.

A study of the heterotypic anaphase showed a lagging of the chromosomes and an irregular arrangement on the spindle (Fig. 12). A large number of the extranuclear granules, taking the chromatin stain, were seen to be scattered about in the surrounding cytoplasm. The condition shown in Fig. 12 is common. Many cases were observed, in which no chromosomes could be detected on the spindle, whereas on the other hand a much increased amount of the cytoplasmic chromatin was present, and the spindle fibres as well as the surrounding cytoplasm assumed a more or less muddy appearance. In addition, the spindles fibres were greatly thickened. All these facts indicate that an ejection of chromatin from the spindle, accompanied with the dissolution of karyoplasm (chromatolysis), had taken place. Such an excessive loss of chromatin is evidently a pathological condition, which is due to disturbances consequent upon hybridization.

The homoiotypic division was frequently observed. The spindles were found to lie either parallel or at angles to one another. During the anaphase and telophase an increasing amount of the cytoplasmic chromatin was present in a marked degree (Fig. 14).

As a result of the second meiotic division four tetrad nuclei were formed, which were unequal in size and very poor in chromatin substance. The numbers of the chromosomes incorporated with the tetrad nuclei were extremely varying. Fig. 15 shows two tetrads, each of them containing 3 nuclei (the fourth being cut off from the section), which are unequal in size and in which varying numbers of chromatic granules are visible. In the surrounding cytoplasm a large number of deeply stained granules are present.

Under such conditions the nuclei of the microspores are, as it was expected, not able to carry on their function in fertilization. The microspores which arose from these irregular and abnormal meiotic processes were not able to separate from one another. Hence our *Salvia*-hybrid produces no functional pollen grains.

Concluding remarks

From the foregoing account we may say that our *Salvia*-hybrid is characterized by all those conditions which are recognized to be characteristic of many well known hybrids, such as heterosis, pathological condition in the tapetum, irregular meiosis, occurrence of cytoplasmic chromatin, cytomyxis, failure of the tetrads to separate from each other, pathological condition in the cytoplasm, sterile pollen grains.

The pollen mother cells showed evident signs of degeneration at an early stage of meiosis. This degeneration was preceded by feeble condition of the tapetum and consequently by the occurrence of the cytomyctic phenomena. According to Shoji and Nakamura (1928) the early pathological condition of the tapetum in *Asparagus officinalis* is considered to be „one of the factors which bring out the degeneration of pollen-mother-cells“ (p. 146). A similar comment is made by Whyte (1929) in his study on the interspecific hybrids of *Nolana*. He stated that if „the tapetum began to disintegrate, cytomyxis would commence in the sporogenous tissue, and general anther degeneration would set in“ (p. 114). This is in accord with the findings in our *Salvia*-hybrid. The cytological examination brought out the fact that the degeneration of the tapetal cells was accompanied by cytomyctic phenomena in the pollen mother cells and consequently by their degeneration.

Various views have been put forward to explain the nature and origin of the cytomyctic phenomena, but no agreement has as yet been reached. Because of the divergence of opinions, I have thought it of interest to give some attention to these peculiar cytological phenomena.

The extrusion of the nuclear material from one pollen mother cell into the cytoplasm of an adjoining one was first observed by Koernicke (1902) in the pollen mother cells of *Crocus vernus*. Since then the same process has frequently been noted, figured and described by many investigators, such as Gregory (1905) in a sterile race hybrid of *Lathyrus odoratus*, Digby (1909, 1910, 1912, 1914) in *Galtonia candicans*, *Primula*, *Crepis*, Rosenberg (1907, 1909) in *Hieracium*, *Drosera*, *Crepis*, Gates (1911, 1927) in *Oenothera gigas*, *Oe. biennis*, *Lathraea*, Nakao (1911) in *Secale*, Fraser (1914) in *Vicia faba*, West and Lechmere (1915) in *Lilium candidum*, Sakamura (1916, 1920)

in *Vicia faba*, Farr (1918) in *Magnolia*, Tischler (1921) in *Phragmites*, Yasui (1921) in *Papaver* hybrids, Gates and Rees (1921) in *Lactuca sativa*, Sinotô (1922) in *Iris japonica*, Longley (1924) in *Crataegus*, Hurst (1925) in *Rosa*, Roscoe (1927) in *Wisteria*, *Typha*, Ruttle (1927) in *Nicotiana*, Hicks (1928, 1929) in *Scirpus*, *Eleocharis*, Erlanson (1929) in *Rosa*, Inaryama (1929) in *Iris Kaempferi*, Whyte (1929) in *Nolana* hybrids, Woodworth (1929, 1930, 1931) in *Betula*, *Corylus*, *Alnus*, *Juglans notha*, *Pterocarya Rehdertiana*, Church (1929) in *Gramineae*, Scheel (1931) in *Salvia silvestris*, Youngman (1931) in *Thespesia populnea*, Stebbins (1932) in *Antennaria*, Kattermann (1933) in intergeneric hybrids of *Triticum*.

According to one of the views the cytomyxis is considered to be merely an artefact produced either by unsatisfactory and faulty fixation (Rosenberg, Sinotô), or by insufficient care in handling the living material (by pressure, Woodworth, 1931), or by abnormal variation in temperature (Inaryama). Another view which is opposed to the above mentioned is that the cytomyctic phenomena represent a continuous process in meiosis (Gates, Fraser, Digby) and it has even been suggested that they are to be regarded as a normal phase in meiosis (West and Lechmere).

Several other investigators suggested another explanation. Thus Erlanson believes the cytomyctic process „to be due partly to the imperfect fixation and partly to disturbances consequent upon hybridization“ (p. 499). Kattermann is of opinion that the cytomyxis may be produced „sowohl unter natürlichen abnormen Bedingungen wie auch unter künstlich geschaffenen abnormen Verhältnissen“ (p. 780). According to Church (1929) the cytomyxis cannot be simply explained as an artefact and this abnormality is thought to be in connection with the hybrids. He concludes as follows: „Finally, even if the phenomenon can be proved not to be an exclusively hybrid characteristic, its occurrence is manifestly increased in obvious hybrids such as are described in *Panicum*“ (p. 77). Woodworth in his study of the microsporogenesis in *Pterocarya Rehdertiana* (= *P. fraxinifolia* × *P. stenoptera*) came to the conclusion: „If this cytomyxis is due to the instability of a heterozygous protoplasm, this is then the ultimate cause of the cytomyxis rather than the fixative“ (p. 867). Stebb-

bins found that the cytomyxis occurred more frequently in the hybrid and parthenogenetic species of *Antennaria* than in the normal sexual forms, and concluded that whether this phenomenon is „an artifact or not, it reflects in these cases an abnormal state of the cytoplasm, which may often be due to a hybrid condition“ (p. 336).

I have never observed the cytomyctic phenomena in the pollen mother cells of *Salvia Jurišičii* Koš., though materials of it were collected at the same hour and treated with the same cytological technique as materials of our *Salvia*-hybrid. Therefore I am strengthened in the belief that the heterozygous protoplasm may be responsible for both the feeble condition in the tapetum and cytomyctic phenomena.

Another feature of the hybridity exhibited by our *Salvia*-hybrid is the appearance of the chromatin granules in the surrounding cytoplasm during both meiotic divisions. These structures have been reported by many investigators to appear in the cytoplasm of a great number of species of plants which are of hybridogenous origin. The following works may be cited: Juel (1900) in *Syringa rothamagensis*, Rosenberg (1904) in *Drosera* hybrid, Tischler (1906, 1910) in *Bryonia* and banana, Farmer and Digby (1910) in hybrid ferns, Kuwada (1911) in *Zea*, Carruthers (1911) in *Helvella crispa*, Osawa (1913) and Sears (1917) in *Taraxacum*, Yasui (1921) in *Papaver*, Blackburn and Harrison (1921) in *Rosa* hybrids, Campin (1924) in *Solandra*, Tokugawa and Kuwada (1924) in *Canna*, Longley (1924) in *Rubus*, *Crataegus*, Bleier (1925) in *Trifolium*, Tschermak and Bleier (1926) in *Aegilotricum*, Roscoe (1927) in *Wisteria*, Fisk (1927) in *Zea*, Hicks (1927) in *Cyperaceae*, Church (1929) in *Gramineae*, Woodworth (1929, 1930) in *Corylus*, *Alnus*, *Juglans*, *Pterocarya*, Longley and Sando (1930) in intergeneric hybrids of *Triticum*, *Secale*, *Aegilops*, Michaelis (1930) in *Oenothera*, Graustein (1930) in *Selaginella*, Stebbins (1932) in *Antennaria*, Beck and Horton (1932) in *Bromus*.

As to the origin and meaning of the cytoplasmic chromatin, various interpretations have been proposed. The majority of investigators believe their probable origin to be in the extrusion of chromosomes (elimination of unpaired chromosomes and lag-gards). Bleier noted the deeply stained bodies in the cytoplasm

factors, such as moisture, light, temperature, chemical agents, mechanical influences, etc. All these factors may affect the developing sporocytes during the critical period of the formation of the spores, and so the latent disharmony in the heterozygous protoplasm may become manifest. In the hybridity itself lies the chief source of all those abnormalities and pathological conditions which interfere with the anther development and completely destroy the fertility. The hybrids being governed by a latent disharmony are very sensitive to environmental changes. All the abnormalities in meiosis of the hybrid plants may well be understood and explained in the light of Tischler's interpretations. This eminent cytologist stated: „Die Sterilität ist dadurch bedingt, dass zwei Sexualzellen zusammentreten sind, die eine nicht identische Entwicklungsrichtung und -tendenz besitzen. . . . Beim Eintritt des Individuums in den besonders „kritischen“ Zeitpunkt der generativen Phase wird sich dann die starke „Harmoniestörung“ auch äusserlich dokumentieren“ (1928, p. 144). In another, recently published article Tischler (1930) has pointed out that for hybrids „eine übergrosse Labilität des Zellgeschehens in der kritischen Periode der Reifeteilungen charakteristisch ist“ (p. 153).

In my opinion all the abnormalities in meiosis may be considered as evidence of the hybridity and impurity of species. Even in those species which are recognized to breed pure, the slightest occurrence of the cytomyxis, irregular distribution of chromosomes, insufficient pairing, cytoplasmic chromatin and other abnormalities in meiosis, might be indicatives of an actual or remote hybrid origin. These abnormalities, though they do not interfere with the fertility, may be understood as reminiscence of the hybridization which had taken place in the past. The process of stabilization in genome is not yet come to the end. On the other hand the slight occurrence of the abnormalities in meiosis in „pure“ species might be explained as a sign of the disturbances in genome which are in statu nascendi and which in the course of time may result either in the loss of sexuality or in the extinction of the present form or in the production of new forms (mutants).

The present article leaves the question of the second parent of our *Salvia*-hybrid open. It is not impossible that this hybrid may be identical with the hybrid *Salvia jurišičii* Koš. \times *Salvia nemorosa* L. which has been described in Uittien's paper on

„*Salvia*-Bastaarden“. Unfortunately *Salvia nemorosa* has not as yet been examined from the karyological point of view, so that the number of its chromosomes and their behaviour during meiosis is unknown. A karyological study of this species has already been undertaken by the writer of the present article and the results will be soon published.

Summary

- 1) Some abnormalities during meiosis were observed in a *Salvia*-hybrid, the most significant of which are nuclear extrusion (cytomyxis), occurrence of univalents and laggards, appearance of cytoplasmic chromatin.
- 2) Our *Salvia*-hybrid is characterized by complete sterility as regards the pollen and fruit production. This indicates that the protoplasts of the parents differ in a large degree as regards their hereditary tendencies, and that the parents are not closely related.
- 3) A feeble condition of the tapetum was observed to precede the cytomyctic phenomena. Cytomyxis was found to take place only during the prophase of the heterotypic division. Both the invaded and enucleated pollen mother cells sooner or later disintegrate.
- 4) Both types of the chromosomes are present in diakinesis: 8 paired and 3 unpaired. The distribution of the chromosomes is accomplished according to *Drosera*-scheme.
- 5) During both meiotic divisions a large amount of cytoplasmic chromatin was observed. These darkly stained bodies are thought to be of chromosomal origin. Cases were observed in which no chromosomes were on the spindle fibres, all the chromatin being ejected and scattered in the cytoplasm. The muddy appearance of the spindle fibres and cytoplasm may be explained by the dissolution of the chromatic substances (chromatolysis).
- 6) It is thought, in agreement with Tischer's interpretations, that the hybrid protoplasm is very sensitive to the changes of environmental factors, owing to the lack of harmony between the two different hereditary potencies of the parents. The hybridity may be responsible for all the abnormalities which occur in the critical period of meiotic divisions.

- Roscoe, M. V.*: Cytological studies in the genus *Typha*. — (Bot. Gaz., 84, 1927).
- : Cytological studies in the genus *Wisteria*. — (Bot. Gaz., 84, 1927).
- Rosenberg, O.*: Über die Tetradenteilung eines *Drosera*-Bastardes. — (Ber. d. d. Bot. Gesell., 22, 1904).
- : Zur Kenntnis von den Tetradenteilungen den Compositen. — (Svensk Bot. Tidskr., 3, 190⁶).
- : Cytologische und morphologische Studien an *Drosera longifolia* × *rotundifolia*. — (K. Sv. Vet. Ak. Handl., 43, 1909).
- Ruttle M. L.*: Chromosome number and morphology in *Nicotiana*. — (Univ. Calif. Publ. Bot., 2, 1927).
- Sakamura, T.*: Experimentelle Studien über die Zell- und Kernteilung mit besonderen Rücksicht auf Form, Grösse und Zahl der Chromosomen. — (Journ. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo, 39, 1920).
- Shoji, T. and Nakamura, T.*: On the dioecism of the garden *Asparagus* (*A. officinalis*). — (Jap. J. of Botany, 4, 1928).
- Scheel, M.*: Karyologische Untersuchung der Gattung *Salvia*. — (Botan. Archiv, 32, 1931).
- Sinotō, Y.*: On the extrusion of the nuclear substance in *Iris japonica*. — (Bot. Mag. Tokyo, 36, 1922).
- Smith, F. H.*: The relation of the satellites to the nucleolus in *Galtonia candicans*. — (Amer. J. of Bot., 20, 1933).
- Stebbins, G. L., jr.*: Cytology of *Antennaria*. II. Parthenogenetic species. — (Bot. Gaz., 94, 1932).
- Täckholm, G.*: Zytologische Studien über die Gattung *Rosa*. — (Acta Horti Berg., 7, 1923).
- Tischler, G.*: Über die Entwicklung der Sexualorgane bei einem sterilen *Bryonia*-Bastard. — (Ber. d. d. bot. Ges., 24, 1906).
- : Zellstudien an sterilen Bastardpflanzen. — (Arch. f. Zellforsch., 1, 1908).
- : Untersuchungen über die Entwicklung des Bananen-Pollens. — (Arch. f. Zellforsch., 5, 1910).
- : Allgemeine Pflanzenkaryologie. — (Handb. d. Pflanzenanat., 1921/22).
- : Über die zytologischen Phänomene bei der Gonosterilität der Angiospermen. — (Österr. bot. Zeitschr., 77, 1928).
- : Über die Bastardnatur des persischen Flieders. — (Zeitschr. f. Botanik, 23, 1930).
- Tokugawa, T. and Kuwada, Y.*: Cytological studies on some garden varieties of canna. — (Jap. J. of Botany, 2, 1924).
- Tschermak, E. and Bleier, H.*: Über fruchtbare *Aegilops*-Weizenbastarde. — (Ber. d. d. Bot. Ges., 44, 1926).
- Uitien, M.*: *Salvia*-Bastarden III. — (Nederl. Kruidk. Archief, 43, 1933).
- West, C. and Lechmere, A. E.*: On chromatin extrusion in pollen mother cells of *Lilium candidum*. — (Ann. of Bot., 29, 1915).
- Whyte, R. O.*: Sterility and floral abnormality in the tetraploid *Saxifraga potternensis*. — (Journ. of Genetics, 23, 1930).

- Woodworth, R. H.*: Cytological studies in the Betulaceae. I. *Betula*. — (Bot. Gaz., 87, 1929).
- : Cytological studies in the Betulaceae. II. *Corylus* and *Alnus*. — (Bot. Gaz., 88, 1929).
- : Cytological studies in the Betulaceae. IV. *Betula*, *Carpinus*, *Ostrya*, *Ostryopsis*. — (Bot. Gaz., 90, 1930).
- : Cytomyxis. — (Journ. of Arnold Arbor., 12, 1931).
- Yasui, K.*: On the behaviour of chromosomes in the meiotic phase of some artificially raised *Papaver* hybrids. — (Bot. Mag. Tokyo, 35, 1921).
- Youngman, M.*: Studies in the cytology of the Hibisceae. III. A study of the prophase of the nucleus of the pollen mother cell of *Thespesia populnea*. — (Ann. of Bot., 45, 1931).
-

LES RAPPORTS DE L'OXYGÈNE DANS LE LAC DE PRESPA

par

Stevan J. Jakovljević

De tous les gaz dissous dans l'eau, l'oxygène est le plus important, parce qu'il est indispensable à la vie des plantes. „Depuis le premier développement jusqu'à la décomposition et la minéralisation complète, il accompagne tous les phénomènes de la vie organique“, comme l'a dit G r o t e. Pour qu'on puisse avoir une idée précise sur la stratification de ce gaz, je me suis efforcé d'obtenir une nombreuse série de prises sur le profil transversal et longitudinal du lac. La détermination de la quantité d'O₂ est faite d'après la méthode de Winkler, la quantité est exprimée en centimètres cubes par litre d'eau. Tout en effectuant les prises d'eau pour l'analyse de l'oxygène, j'ai mesuré la température de l'eau. La plus grande attention a été portée au profil près de Stenjska Uvala et au profil de la plaine centrale à 1 km en avant de Konjsko, où j'ai fait les prises dans les couches de 2 mètres depuis la surface jusqu'au fond. Les prises ont été effectuées au cours de l'été, de l'automne et du printemps. Pendant ces expériences les résultats suivants ont été obtenus:

D'après le tableau synoptique et le diagramme on voit comment la quantité d'O₂ diminue graduellement dans l'épilimnion pendant la stagnation estivale, tandis qu'apparaît une certaine variation dans le métalimnion, et que, finalement on constate une chute plus importante dans l'hypolimnion. Sur le profil près de Stenjska Uvala (fig. 1) la différence entre la quantité d'O₂ à la surface et dans les couches les plus inférieures de l'hypolimnion est de 2,34 ccm par litre; sur le profil en avant de Konjsko elle n'est que de 0,60 seulement. Les différences plus importantes apparaissent sur les points des profils plus rapprochés des côtes dans la direction Perovo-île St Pierre, de sorte qu'à 3 km. de Perovo, la différence est de 3,22; à 6 km de 2,70; et à 12 km de distance elle n'est que de 0,45 ccm seulement.

Stenjska Uvala

Profondeur en m.	11-VIII-1931		4-XII-1931		15-I-1932		27-IV-1932	
	T+°C	O ₂	T+°C	O ₂	T+°C	O ₂	T+°C	O ₂
0	24.3	6.84	9.1	4.97	4.2		7.3	6.92
2	24	6.83	9.1	6.67	4.2		7.3	6.95
4	22.9	6.81	9.1	7.20	4.2		7.2	7.02
6	22.3	6.88	9.1	6.54	4.2		7.2	7.28
8	22	6.88	9.1	5.81	4.1		7.2	6.96
10	21.9	7.81	9.1	5.97	4.1		7.2	6.95
12	21.4	6.84	9.1	6.47	4.1		7.2	5.81
14	21.2	6.26	9.1	5.93	4.1		7.2	7.12
16	13.2	6.26	9.1	6.66	4.2		7.1	6.88
18	11.1	6.30	9.1	6.19	4.2		7.1	6.81
20	10.4	5.96	9.1	5.96	4.2		7	6.65
22	10.3	5.33	9.1	6.31	4.2		7	6.57
24	10.3	5.01	9	6.37	4.2		7	6.51
26	10.2	4.96	9	5.78	4.2		6.9	6.50
28	10.1	4.87	9	5.61	4.2		6.9	6.44
30	10.1	4.61	8.9	6.08	4.2		6.9	6.40
32	10	4.50	8.5	6.00	4.2		6.7	6.32

Profil à 1 km. en avant de Konjsko

Profondeur en m.	1-VIII-1931		30-XI-1931			30-IV-1932	
	T+°C	O ₂	T+°C	O ₂		T+°C	O ₂
0	21.9	6.50	10.1	4.73		8.5	6.99
2	21.6	6.48	10.1	4.30		8	6.93
4	21.2	6.54	10.1	5.50		7.4	6.94
6	21.0	6.12	10.1	5.23		7.4	6.94
8	21.0	6.67	10.1	5.38		7.4	7.00
10	21.0	6.79	10.1	5.72		7.3	6.96
12	21.0	7.48	10.1	5.30		7.3	7.00
14	20.1	7.81	10.1	5.34		7.3	6.96
16	14.9	7.34	10.1	5.55		7.2	6.77
18	14.3	7.23	10.1	4.28		7.1	6.65
20	11.2	5.90	10.1	4.10		7	6.50

Comme on le voit, la macrostratification respiratoire est indiquée et est légèrement parallèle à la stratification thermique, car la chute faible de la quantité d'oxygène correspond à la chute de la température dans l'hypolimnion. Sur les points du profil qui

Profil dans la direction Perovo-île de St Pierre

Distance de Perovo	Profondeur en m	5-VIII-1931		5-XII-1931		29-IV-1932	
		T+°C	O ₂	T+°C	O ₂	T+°C	O ₂
300 m de Perovo	0	22.3	7.29	8	6.47	8	6.44
3 km de Perovo	0	22.4	7.39	9.1	7.03	8.4	6.63
	5	21.4	5.82	9	6.55	8.1	6.75
	10	20.4	6.12	9	6.12	7.3	6.90
	15	14.4	5.44	9	6.12	7.2	6.90
	20	10.1	4.17	9	6.00	7.1	6.83
6 km de Perovo	0	23.2	6.88	9	6.51	8.1	6.78
	5	22.1	5.22	9	6.16	7.4	6.86
	10	20.4	5.38	9	5.05	7.4	6.80
	15	12.3	5.56	9	6.19	7.2	6.79
	20	10.1	4.18	9	6.08	7.	6.70
9 km de Perovo	0	23.4	5.51			9	6.90
	5	21.2	5.06			8.1	6.86
	10	18	6.55			7.4	7.50
	15	11.4	6.55			7.1	6.67
12 km de Perovo	0	23.4	7.15			9.1	6.92
	5	22	6.68			8	6.90
	10	18.2	7.79			8	6.91
	15	12	7.63			7.4	6.84
	20	10.5	6.70			6.3	6.39
15 km de Perovo	0	24.2	7.24			9.1	6.96
	5	22	6.05			8	6.95
	10	18.8	8.48			8	6.97
	15	16	7.52			7.4	6.98
	20	11	5.79			6.3	6.92
	25	10.2	5.79			6.3	6.64
18 km de Perovo	0					9.2	6.82
	5					8	7.16
	10					7.4	6.97
	15					7.3	6.92
	20					7	6.72



Le lac de Prespa (J. Cvijić). Echelle 1:200.000

se trouvent dans la direction Perovo-île de St Pierre (fig 2) et qui ont été explorés le même jour, nous constatons une chute presque régulière de la quantité d'oxygène à 5 m de profondeur, puis une augmentation à 10 et à 15 m de profondeur. Mais on peut dire cependant que les quantités d' O_2 dans l'hypolimnion, par rapport à celles de l'épilimnion, sont toujours assez importantes. Par conséquent, les courbes d' O_2 au cours de l'été ont les qualités des courbes des lacs oligotrophes avec un certain rapprochement de

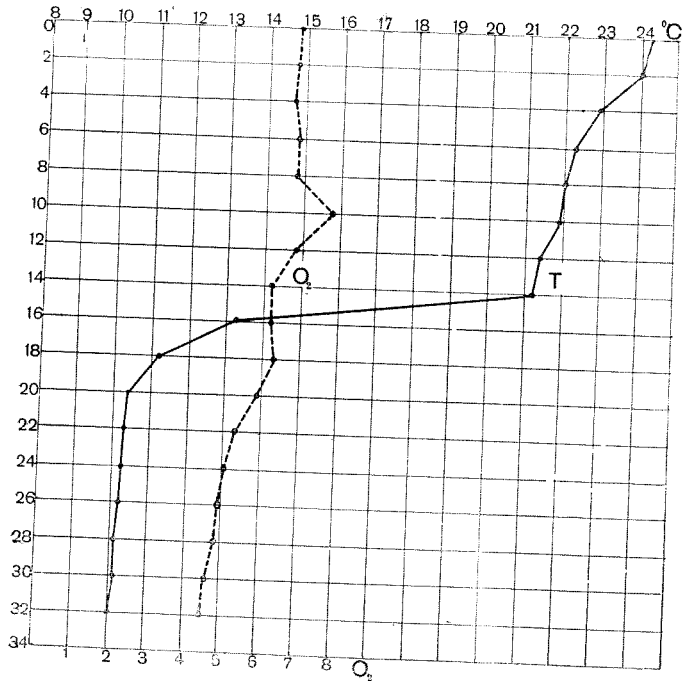


Fig. 1 Rapports de l' O_2 et de la température dans Stenjska Uvala, au cours de l'été 1931.

celles des lacs eutrophes. Ces données confirment les expériences de Stanković pour les années 1924 et 1925, et qui dit: „La courbe de l'oxygène du lac de Prespa, assez agitée, démontre dans la couche du saut thermique une diminution de la quantité de l'oxygène, comme dans les lacs eutrophes, mais cette diminution est arrêtée dans les couches plus profondes.“

Au cours de l'automne (4-XII-1931) la courbe d' O_2 (fig. 3) du profil de Stenjska Uvala est très irrégulière, presque en zig-zag.

Mais on peut remarquer quand même la chute de la quantité d' O_2 sur des distances presque déterminées de 8, 14, 20, 25 et 28 m. On peut constater aussi que les quantités d' O_2 malgré certaines exceptions pour les couches superficielles jusqu'aux couches du fond.

Sur les profils examinés au cours du printemps, on voit des variations assez importantes dans les rapports de la tempé-

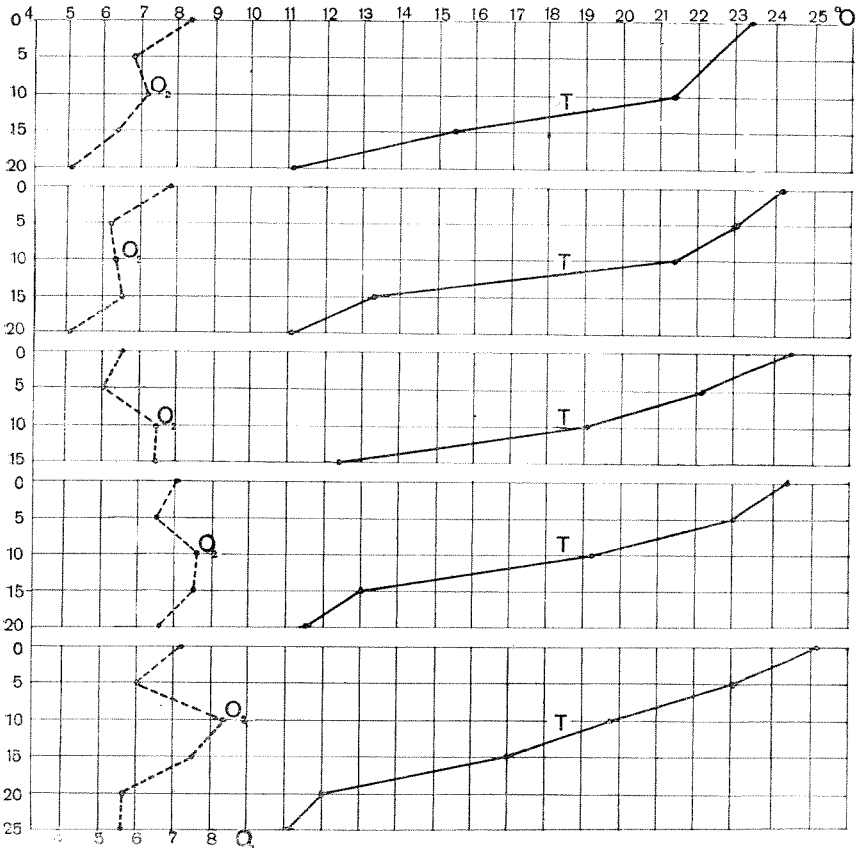


Fig. 2 Rapports de l' O_2 et de la température dans la direction de Perovo-ile St Pierre, été 1931. Le premier diagramme au dessus est éloigné de 3 km de Perovo; le 2^{ème} de 6 km; le 3^{ème} de 9 km; le 4^{ème} de 12 km et le 5^{ème} 15 km.

rature et de la quantité d' O_2 . Sur certains points du profil l'eau est presque aux limites de l'homothermie tandis que sur les autres se montre une stratification thermique avec le saut thermique irrégulier. L'eau est encore en forte circulation. La stratification

d' O_2 sur les différents points des profils est inégale. Sur certains points, la courbe d' O_2 est presque verticale de la surface au fond, avec une chute minime dans les couches inférieures de l'hypolimnion. Cela se voit sur le point qui se trouve à 1 km en avant de Konjsko (fig. 4) et sur de nombreux points dans la direction Perovo-île St Pierre, examinés le même jour (fig. 5). Sur les autres, surtout le point de Stenjska Uvala (fig. 6) on remarque une chute

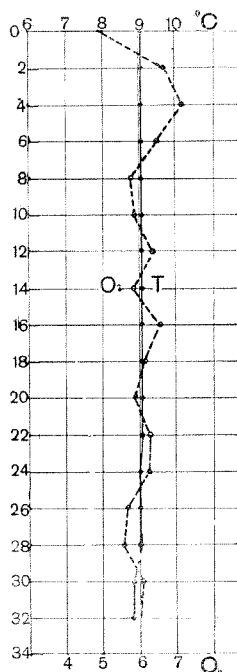


Fig. 3 Rapports de l' O_2 et de la température dans Stenjska Uvala. Automne 1931.

plus importante et cela à 12 m de profondeur. Quoique la macrostratification d' O_2 soit indiquée, au sens de l'eutrophie, les différences entre les quantités d' O_2 de l'épilimnion et de l'hypolimnion ne sont pourtant pas considérables.

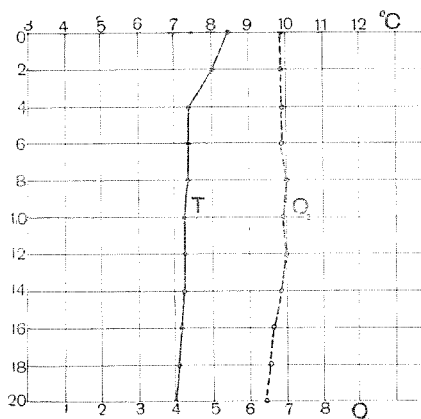


Fig. 4 Rapports de l' O_2 et de la température de la plaine centrale à 1 km du cap Konjsko,

L'interprétation de la courbe d' O_2 . Les plus grandes différences en quantité d' O_2 , entre les couches superficielles et les couches profondes, sont constatées au cours de l'été. Les courbes de l'oxygène ne descendent pas régulièrement et graduellement. Nous remarquons une chute presque régulière d' O_2 à 5 m de profondeur, ensuite une augmentation à 10 m de profondeur sur tous les points qui se trouvent sur le profil Perovo-île St Pierre (fig. 2) et qui ont été examinés le même jour. Cependant au profil de Stenjska Uvala la quantité d' O_2 est égale jusqu'à 8 m de profondeur, à 10 m la quantité d' O_2 augmente brusquement et à 14 m seulement,

on constate une chute plus grande. Cependant à l'hypolimnion les quantités d'O₂ diminuent graduellement (fig. 1).

Maintenant une question se pose: 1) Comment expliquer cette diminution de la quantité d'O₂ à 14 m au début du métalimnion, 2) la diminution de la quantité d'O₂ à 5 m dans la première partie

de l'épilimnion et 3) la diminution graduelle de la quantité d'O₂ dans l'hypolimnion.

De nombreux auteurs sont d'accord que l'agglomération des planctontes morts est la cause principale de la diminution de la quantité d'O₂. Cette agglomération des planctontes

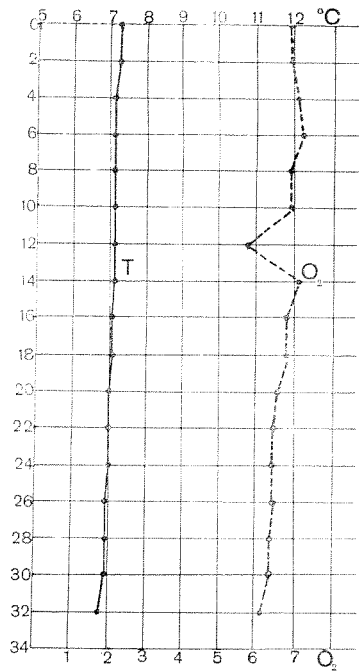
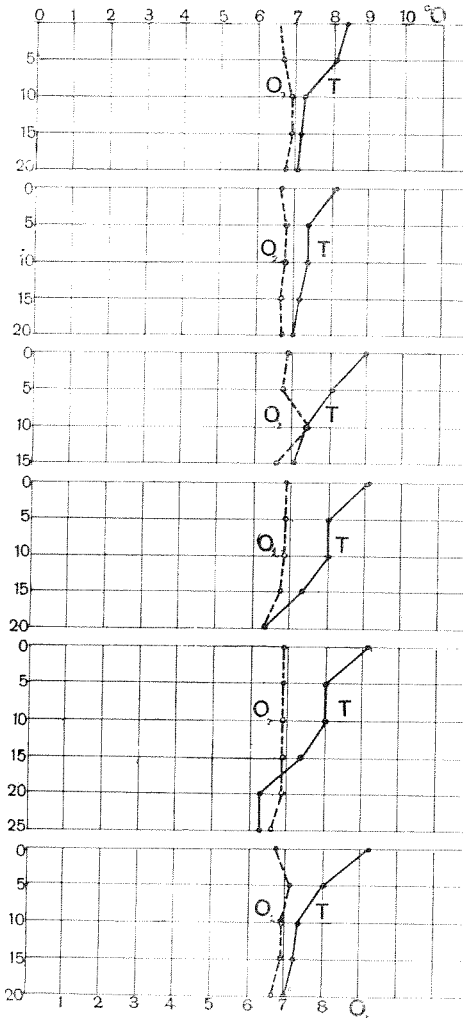


Fig. 5 Rapports de l'O₂ et de la température en direction Perovo ile-St Pierre. Printemps 1932,

Fig. 6 Rapports de l'O₂ et de la température dans Stenjska Uvala. Printemps 1932.

est le facteur décisif, surtout dans les couches profondes de l'hypolimnion.

Dans la littérature limnologique cette question se pose de plus en plus souvent. Thienemann aussi discute ce phénomène de la chute de la quantité d'oxygène au début de métalimnion. Il croit que la chute brusque de température au métalimnion augmente le frottement intérieur et ralentit la vitesse de la chute des planctontes morts, qui, de ce fait, se décomposent dans cette couche, et pendant ces procès l'oxygène est consommé. Thienemann cite aussi l'opinion de Schmidt que „le mélange (il pense aux masses d'eau) joue certainement un grand rôle dans la répartition du plancton“, puis il dit plus loin: „le mélange dans tous les cas est en proportion inverse de la chute de la température“, ce qui signifie: qu'à la plus grande chute de température correspond le plus petit mélange d'eau et le coulement plus lent des planctontes morts.

De ces conclusions il ressort que la plus grande chute de température a lieu au début du métalimnion, où il faudrait qu'il y ait le moindre mélange de masses d'eau et par conséquent la moindre accumulation du plancton.

Cette conclusion peut expliquer la chute de la quantité d' O_2 à 14 mètres dans le lac de Prespa, où cette couche d'eau correspond précisément à la zone métalimnique.

Bien plus compliquée est la question de la diminution de la quantité d' O_2 pendant l'été, à 5 m de profondeur, sur les profils au-dessus de la plaine centrale. Cette diminution dans la couche de 5 m. se laisse observer régulièrement sur des nombreux points explorés (fig. 2). La quantité d' O_2 qui diminue à 5 m. augmente en revanche à 10 m. de profondeur. Même phénomène se laisse observer sur le profil de Stenjska Uvala.

Suivant Alsterberg, les variations de la quantité d' O_2 dans certains lacs suédois se laissent expliquer par la configuration du fond et par l'influence des vents.

Il paraît peu probable que la configuration du fond du lac de Prespa soit la cause de la variation de la quantité d' O_2 dans la zone épilimnique (couche de 5 et 10 m.), étant donné que les mêmes variations se laissent observer aussi bien près de la côte (Stenjska Uvala) qu'au large, au-dessus de la plaine centrale. La plaine centrale représente le fond plus au moins plat avec une profondeur moyenne de 20 m. Sur certains endroits de la plaine centrale le fond s'abaisse, à 25 m., et devant le cap de Konjsko et de Stenjska Uvala, à 34 et 32 m. Nous constatons l'augmen-

tation d'O₂ à 10 m au profil de Stenjska Uvala, qui se trouve près des côtes aussi bien qu'aux profils de la plaine centrale. L'influence du fond ne peut donc pas être mise en question.

Il nous reste à examiner l'influence des vents.

On sait (v. A l s t e r b e r g) que les vents provoquent dans l'eau du lac des courants superficiels qui se dirigent suivant la direction du vent, vers le bord opposé du lac, où ils se continuent par les courants de retour plus profonds à direction opposée. Suivant la force du vent, une série de courants de retour à des profondeurs différentes et à direction alternante peuvent apparaître dans la masse d'eau du lac. La profondeur des courants du 1^{er}, 2^{-ème}, 3^{-ème} etc. ordres dépendra de la force du vent, de la pente des bords et en général de la configuration de la cuvette lacustre.

Ces courants d'eau de retour doivent modifier la stratification thermique et chimique de l'eau. Ils doivent aussi charrier les quantités différentes du plancton mort et du détritus végétal emportés du littoral. Toutes ces modifications doivent forcément influencer sur la répartition verticale de l'O₂ dans la masse d'eau du lac.

Le lac de Prespa est exposé aux vents fréquents. Les vents les plus forts sont ceux qui soufflent des quadrats nord et sud et peuvent durer 2 à 3 jours sans arrêt. Mais à part ceux-là, très souvent, souffle le vent de l'ouest, seulement ce vent n'a pas une très grande force et n'est probablement pas en état de mettre en mouvement les courants de retour de plusieurs ordres.

Sur tous les profils qui ont été examinés le même jour, dans la direction de Perovo-île St Pierre, la plus grande chute d'O₂ apparaît à 5 m. de profondeur. Cela laisse supposer que le courant de retour secondaire atteindrait cette profondeur.

On pourrait donc admettre que les variations de la quantité d'O₂ dans les profondeurs de 5 m. et de 10 m. sont dûes à l'influence des courants horizontaux provoqués par les vents.

La courbe d'O₂ vers la fin de l'automne (fig. 3) est, en principe, parallèle à celle de la température, malgré une petite irrégularité sans importance. A cette époque (commencement du mois de décembre), une homothermie presque complète caractérise toute la masse d'eau du lac, qui se trouve en pleine circulation. La stratification thermique a disparu, et en même temps a stratification chimique. Les deux courbes (T, O₂) sont paral-

lèles, et une légère augmentation de la quantité d' O_2 à 10 m. pourrait être expliquée peut-être par l'action des vents, lesquels, à cette époque soufflent journellement.

La répartition de l' O_2 pendant l'hiver n'est pas étudiée. Cependant, étant donné le fait qu'une homothermie complète (4.2° C) caractérise toute la masse d'eau, la répartition de l' O_2 doit être régulière depuis la surface jusqu'au fond.

Pour le régime général de l' O_2 dans le lac de Prespa, les rapports pendant l'époque de la stagnation (été) sont les plus importants. En effet, la quantité d' O_2 dans le lac de Prespa diminue, en été, progressivement à partir de la zone métalimnique, dans toute l'étendue de l'hypolimnion. Cette diminution, quoique légère, indique cependant une tendance vers l'eutrophie. Nous devons admettre que la quantité de matières organiques oxydables (plancton mort, détritus végétal) dans la zone hypolimnique du lac de Prespa doit être relativement grande, et que son oxydation doit exiger des quantités d' O_2 au point de provoquer une diminution de la quantité générale de l' O_2 dans la zone hypolimnique.

Il est cependant intéressant à noter, que la plus grande diminution de l' O_2 s'observe dans l'hypolimnion de la grande dépression de Stenjska Uvala. Suivant Cvijić, cette dépression de nature karstique fonctionnerait comme un ponore, par le fond duquel l'eau du lac se perdrait. Il y aurait donc au fond de Stenjska Uvala un courant d'eau vers le fond qui entrainerait, vers le fond de la dépression, des grandes quantités du plancton mort et du détritus végétal, dont l'oxydation provoquerait une diminution plus grande de la quantité d' O_2 dans l'hypolimnion de Stenjska Uvala.

En résumé on peut dire que la courbe verticale de l' O_2 dans le lac de Prespa pendant l'été, tout en conservant l'allure oligotrophe, montre une certaine tendance vers l'eutrophie légère.

Répartition horizontale de l' O_2

Si l'on compare les quantités d' O_2 le même jour et à une même profondeur (15 m) mais à des points différents d'un même profil (Perovo-îles St Pierre, le 5-VIII-31), on constate que les quantités d' O_2 dans la couche de 15 m sont: à 3 km de distance de Perovo 5,44 ccm/l; à 6 km de distance du même point 5,56 ccm/l; à 9 km de distance 6,55 ccm/l; à 12 km de distance 7,63 ccm/l;

à 15 km de distance 7,52 ccm/l. On voit donc que la répartition horizontale de l' O_2 dans une même couche n'est pas uniforme, et que la quantité de l' O_2 augmente à mesure qu'on s'éloigne de la côte. (Fig. 2) Il est à noter que la transparence de l'eau, mesurée le même jour et sur le même profil (Perovo-S^t Pierre) augmente aussi à mesure qu'on s'éloigne de la côte. Ainsi dans la zone du littoral, la couleur de l'eau est jaunâtre et a une transparence bien faible; ce n'est qu'à 12 km que l'eau prend une nuance verte et sa transparence devient beaucoup plus grande. Ceci montre que la quantité du plancton mort et du détritrus végétal, de même que la quantité de particules inorganiques, diminue à mesure qu'on s'éloigne du bord du lac. Il est bien possible que dans cette répartition horizontale inégale des particules suspendues dans une même couche d'eau, les courants horizontaux jouent un certain rôle. En tous cas, le processus de l'oxydation des matières organiques dans une même couche d'eau ne doit pas s'effectuer avec la même intensité sur tous les points d'un même profil horizontal. Par conséquent, la consommation de l' O_2 sera inégale, et cette inégalité de consommation expliquerait les différences dans la quantité de l'oxygène sur les différents points d'un même profil horizontal, notamment dans la couche de 15 m (zone métalimnique).

Le rapport de la couche trophogénique et tropholytique

R u t t n e r à la base d'études des lacs tropicaux souligne le fait fondamental que la quantité d'oxygène d'un lac dépend de l'action mutuelle de l'oxydation et de la réduction. Les procès d'oxydation, comme sont la respiration des animaux, la destruction des substances organiques, se font dans la masse totale de l'eau, tandis que les procès photosynthétiques de réduction, pendant l'assimilation de l'acide carbonique, se font dans la couche supérieure de l'eau jusqu'à la limite de la pénétration de la lumière. Par conséquent dans l'hypolimnion l'oxygène se perd sans compensation d'un autre côté.

Pour le régime de l' O_2 d'un lac le rapport entre la couche trophogénique et la couche tropholytique est de l'importance primordiale, comme l'a montré T h i e n e m a n n. En effet, „parmi les facteurs qui déterminent la trophie d'un lac, le plus expressif est le volume“ (G r o t e).

Il y a lieu d'examiner ici ce rapport dans le lac de Prespa. Pour déterminer l'épaisseur des couches trophogénique et tropholytique, nous avons calculé le volume d'eau du lac, suivant les izobathes désignés sur la carte de Cvijić. Le tableau suivant contient les données principales.

Numeros d'ordre	Dénomination des izobathes	La surface correspondantes izobathes mesurées au planimetre		Superficie moyenne en cm ²	Superficie moyenne des izobathes en m ²	Distance des izobathes	Le volume entre les izobathes m ³
		La moitié à droite cm ²	La moitié à gauche cm ²				
1	0	289.5	289.5	289.50	276.225.000	5.0	1.381.125.000
2	5	263.0	262.9	262.95	256.150.000	2.0	512.300.000
3	7	249.4	249.3	249.35	244.550.000	3.0	733 650.000
4	10	239.7	239.8	239.75	230.425.000	5.0	1.152.125 000
5	15	221.0	221.2	221.10	202.175.000	5 0	1.010 875.000
6	20	183.4	183.1	183.25	135.350.000	2.5	338.375.000
7	22.5	87.4	87.5	87.45	56.925.000	2.5	142.312.000
8	25	26.4	26.4	26.40	17.100.000	2.5	42.750 000
9	27.5	7.8	7.8	7.80	5.650.000	2.5	14.125.000
10	30	3.5	3.5	3.50	2.300.000	5.0	11.500.000
11	35	1.1	1.1	1.10	900.000	5 0	4.500.000
12	40	0.7	0.7	0.70	600.000	5.0	3.000.000
13	45	0.5	0.5	0.5	300.000	5.0	1.500.000
14	50	0.1	0.1	0.1			
Au total met ³ . .							5.348.137.500

La plaine centrale du lac de Prespa a le fond plus ou moins plat, avec des ouvalas par place, par où l'eau se perd. La profondeur moyenne de la plaine centrale est de 20 à 22 m. D'après Thienemann la limite de la couche trophogénique se confond avec „la limite inférieure du littoral“ et cette limite dépend de la transparence de l'eau des lacs. La plus grande transparence du lac de Prespa s'élève environ à 7.20 m. et exactement jusqu'à cette profondeur croissent les plantes submersées du littoral. Par conséquent la couche trophogénique dans laquelle l'assimilation est possible. descend jusqu'à 7 m profondeur.

Pour déterminer la limite inférieure de la couche trophogénique nous pouvons aussi employer d'autres données comme par exemple la quantité de CO₂ libre au pélagial. Les plantes pendant l'assimilation prennent le CO₂ libre. La quantité plus au moins grande de ce gaz est la preuve de la force de l'assimilation, autrement dit, de la multitude des planctontes capables d'assimilation. Car la multitude des planctontes et la quantité CO₂

libre sont en proportion inverse. Ainsi à la profondeur de 0-4 m. nous ne trouvons pas ce gaz. A la profondeur de 4—6 m. nous constatons seulement les traces de CO_2 libre. Ceci signifie que la limite inférieure de la balance d'assimilation se confond avec la limite inférieure de transparence, autrement dit, la transparence conditionne la limite inférieure de la couche trophogénique, qui se trouve au lac de Prespa à 7 m. de profondeur.

Nous constatons donc, que la limite de la couche trophogénique du lac de Prespa est à 7 m. de profondeur; elle est à 10 m. pour de nombreux lacs alpin, comme l'indique Th i e n e m a n n.

Si nous prenons 22 m. comme profondeur moyenne, dans ce cas, l'épaisseur de la couche tropholytique serait de 15 m pour le lac de Prespa. Bien que nous n'ayons pas pris en considération les izobathes au-dessus de 22 m., les données ci-dessus citées nous seraient suffisantes pour nous permettre de nous orienter au point de vue de la quantité d' O_2 , et aussi de déterminer le type du lac par rapport à la quantité d' O_2 .

D'après le tableau synoptique ci-dessus, nous pouvons calculer, que le volume d'eau de la couche trophogénique de 0 à 7 m, est de 1.893.425.000 m^3 .

Le volume d'eau de la couche tropholytique de 7 à 20 m. est de 2.896.600 000 m^3 .

Nous allons maintenant calculer la quantité d' O_2 suivant le procédé de Th i e n e m a n n. La quantité moyenne d' O_2 de la couche trophogénique resp. tropholytique, calculée en $\text{ccm}/1$, est multipliée par le volume d'eau de la couche trophogénique resp. tropholytique. Le calcul est fait suivant le dosage de l' O_2 fait le I-VIII-31 sur le profil de Stenjska Uvala (tableau suivant),

La quantité moyenne d' O_2 de la couche trophogénique est de 6,85 $\text{ccm}/1$, celle de la couche tropholytique de 6,61. Ces chiffres, multipliés par le volume d'eau des couches correspondantes, donnent la quantité totale d' O_2 de $129,699 \times 10^8$ ccm/m^3 pour la couche trophogénique, et de $191,465 \times 10^8$ ccm/m^3 pour la couche tropholytique.

Le calcul montre que la quantité totale de l' O_2 de la couche tropholytique dans le lac de Prespa en été dépasse d'un tiers presque celle de la couche trophogénique. Ce rapport, interprété dans le sens de Th i e n e m a n n, correspondrait aux rapports réalisés dans les lacs oligotrophes ($\text{O}_2 \text{ H}/\text{E} > 1$).

Dosage de l'oxygène le 1-VIII-1931

Profondeur	Température	Quantité d'O ₂	Quantité moyenne
0	24.3	6.84	
2	24	6.83	
4	22.9	6.81	
6	22.3	6.88	
7	22.1	6.88	6.85
8	22	6.88	
10	21.9	7.81	
12	21.4	6.84	
14	21.2	6.26	
16	13.2	6.26	
18	11.2	6.30	
20	10.4	5.96	6.61

Dans ses recherches sur l'oxygène dans les lacs eutrophes et oligotrophes du Nord de l'Europe, Th i e n e m a n n considère, d'une manière générale, la couche de 0-10 m. comme couche trophogénique. Si nous prenons comme couche trophogénique du lac de Prespa, la couche de 0-10 m au lieu de la couche de 0-7 m., le rapport O₂ H/E serait différent, comme le montre le calcul suivant:

volume de la couche trophogénique de 0-10 m:
2.627.975.000 m³.

volume de la couche tropholytique de 10-20 m:
2.163.000.000 m³;

quantité moyenne de l'O₂ en ccm/l de la couche trophogénique (0-10): 6,99 ccm/l.

quantité moyenne de l'O₂ de la couche tropholytique (au-dessus de 10 m) :6.32 ccm/l.

Nous obtenons maintenant:

la quantité totale de l'O₂ de la couche trophogénique:
183.695 × 10⁸ ccm/m³;

la quantité totale de l'O₂ de la couche tropholytique:
136.701 × 10⁸ ccm/m³.

Il en résulte que dans le cas, où nous considérons la couche entière de 0-10 m. comme couche trophogénique, la quantité totale d'O₂ dans la zone tropholytique est inférieure à celle de la zone trophogénique bien que le rapport O₂ H/E reste assez voisin de 1.

A la base de tout ce qui précède, nous pouvons maintenant essayer de définir le degré trophique du lac de Prespa.

Etant donné que la courbe d' O_2 dans le lac de Prespa pendant la stagnation estivale n'est en principe pas parallèle à celle de la température qu'elle coupe, elle correspond à la courbe des lacs oligotrophes. En plus, les rapports réels de la quantité totale d' O_2 des couches trophogénique et tropholytique correspondent aux rapports réalisés dans les lacs oligotrophes, puisque le rapport O_2 H/E > 1 ne s'observe que dans les lacs oligotrophes. Même dans le cas où toute la couche de 0—10 m. est considérée comme couche trophogénique, le rapport O_2 H/E serait voisine de 1.

Cependant, la partie inférieure (hypolimnion) de la courbe d' O_2 pendant l'été montre une tendance à être parallèle à celle de la température. La quantité d' O_2 dans les couche profondes de l'hypolimnion diminue, ce qui montre un indice de l'eutrophie légère.

Il s'ensuit que le lac de Prespa, encore oligotrophe, n'est pas à considérer comme un lac à oligotrophie typique, comparable à des lacs subalpins que Thienemann désigne comme appartenant à la catégorie IA. Il serait plutôt à comparer aux certains lacs subalpin que Thienemann place dans la catégorie IB, et dont le degré trophique est à la limite entre l'oligotrophie et l'eutrophie. L'opinion de Stanković, que le lac de Prespa montre la tendance vers l'eutrophie, se trouve ainsi confirmée par nos recherches sur l'oxygène dans ce beau lac balcanique.

*

Les recherches sur le lac de Prespa ont été possibles grâce aux fonds du regretté Mr LUKA ČELOVIĆ.

Pour l'aide bienveillante prêtée au cours de mes recherches sur le lac de Prespa, je me fais un devoir de remercier Mr Siniša Stanković, professeur à l'Université de Beograd

BIBLIOGRAPHIE CITÉE:

- Alsterberg G.*: Die Sauerstoffsichtung der Seen. Botan. Notiz. Lund 1927.
 —————: Neu Beiträge zur Sauerstoffsichtung der Seen. Lung 1928.
 —————: Die thermischen und chemischen Ansgleiche in den Seen zwischen Boden und Wasserkontakt sowie ihre biologische Bedeu-

- tung. Inter. Revue d. ges. Hydrobiol. u Hydrogr. 1930 B. 24 H. 3—4.
- Grote A.*: Der Sauerstoffhaushalt der Seen. Die Binnengewässer B. XIV.
- Ruttner F.*: Hydrographische und hydrochemische Beobachtungen auf Java, Sumatra und Bali, Stuttgart 1931.
- Stanković S.*: Contribution à la connaissance des lacs d'Ochrida et de Prespa. Extr. des Act. du IV Congr. Inter. de Limnol. p. et appl.
- : О гидрографским особинама Охридског, Преспанског и Скадарског Језера. Гл. Геогр. Др. Св. 12 Т. 12 1926.
- Thienemann A.*: Die Binnegewässer Mitteleuropas. Die Binnengewässer B. I 1926.
- : Tropische Seen und Seetypenlehre. Arch. f. Hydrobiol. 1931.
- : Der Sauerstoff im eutrophen und oligotrophen See. Die Binnegewässer B. IV.
- : Biologische Seetypen und Gründung einer Hydrobiologischen Anstalt am Bodensee. Arch. f. Hydrobiol. 13, 1922.
-

VÉGÉTATION MACROPHYTIQUE DU LAC DE PRESPA

par.

Stevan J. Jakovljević

Les falaises et les terrasses d'abrasion de l'ancien état supérieur de l'eau du lac, constituent en grande partie la rive du lac de Prespa.

Les falaises, hautes de 30 à 40 m. se trouvent sur le côté Ouest du lac, tandis que les terrasses d'accumulation se trouvent sur les côtés Nord et Est du lac. Les roches calcaires constituent les falaises, tandis qu'une matière éparsée recouvre les terrasses d'accumulation qui forment une très bonne base pour le développement des aquihérophites. D'un côté nous voyons une base calcaire, de l'autre une base limoneuse et ces différents facteurs physiques conditionnent l'apparition des différentes formes végétales: éphémère, adnate et radicante, au sens de Gams.

Mais, en cette circonstance, les radicantes nous intéressent le plus comme types à racines. En vérité, nous ne pouvons négliger les autres formes qui entrent dans la composition de la réunion écologique, car toutes ensemble, elles forment la phytocénose.

Comme cela a été déjà dit, les conditions physiques de la base et en dehors d'elles, le vent et la force des vagues, influent sur l'apparition et la composition des associations végétales.

L'action des vents, et, en liaison avec elle, la force mouvante des vagues influent sur la répartition de la végétation et produisent deux étendues visibles de végétation: lotique et lénitique.

L'étendue végétative lotique se trouve sur le côté qui est le plus exposé aux chocs des vagues; cette place, sur le lac de Prespa, se trouve au N depuis Asamati, jusqu'au près de Perovo, et au S depuis Stenje. Car, le côté sud est exposé aux chocs des vagues que meut le vent du nord, et le côté nord est exposé aux chocs des vagues que meut le vent du sud. Ses vents ont la plus grande intensité et la force frappante des vagues que ces vents meuvent est la plus intense sur le côté opposé à leur

point de départ. En vérité, sur le côté sud se trouvent des falaises hautes de 30 à 40 m. mais le relief de cette rive ne permet pas que se développe sur elle une grande végétation, à l'exception de quelques néréides déterminées. Et, malgré le développement des terrasses d'accumulation vers Stenje, la force des vagues ne permet pas que paraissent des sociations d'hélophytes, mais on y rencontre seulement des sociations submersibles (limnophytes).

Mais une végétation spéciale s'est développée sur les cordons littoraux qui se trouvent sur les côtés, là où la force des vagues est plus intense. Ces places s'étendent au nord depuis Asamati jusqu'àuprès de Perovo, et au sud depuis Stenje jusqu'aux falaises au-dessus de Štenjska Uvala. Ces cordons, en forme de digues, proviennent du rejet d'une matière éparsée des terrasses d'accumulation au moment des violents vents du nord et du sud, quand la force des vagues est la plus intense.

En même temps que la formation de ses cordons littoraux on a remarqué sur leur côté est des mares ou lagunes littorales, qui sont, par un chemin souterrain placé sous le cordon, reliées à l'eau du lac. Le niveau de l'eau dans ces mares est dans une dépendance absolue des oscillations de l'eau du lac. Ceci s'est le mieux vu sur une lagune derrière Stenje, appelée „Blato“. Pendant le temps de l'état supérieur de l'eau du lac, l'étendue de la lagune a été remplie d'eau et recouverte d'une végétation exubérante de plantes aquatiques. Mais, en 1933, pendant de temps de l'état inférieur de l'eau dans le lac, l'eau s'est retirée de la lagune qui est demeurée tout à fait sèche.

Cependant, les côtés ouest et nord-ouest, depuis Stenje jusqu'à Perovo sont exposés à la plus faible force frappante des vagues et sur cette partie du littoral s'est développée une végétation luxuriante de plantes aquatiques. Sur cette partie s'est formée l'étendue lenitique.

Zones ae végétation lacustre. Nous avons mentionné que le niveau de l'eau du lac de Prespa est soumis à des oscillations. Ce phénomène consiste en une élévation progressive de l'eau du lac et en un lent abaissement. Cette élévation et cet abaissement durent 2 à 3 ans, après quoi le lac se trouve plus longtemps en repos. Et, pour cela, chaque état supérieur et inférieur de l'eau en un temps marqué, peut être considéré comme un état de stagnation. Puisqu'il n'existe pas d'oscillation saisonnière il est fa-

cile d'effectuer la division en régions lacustres au point de vue purement biologique.

Thi en e m a n n divise bental en: 1) région littorale, qui embrasse la rive baignée depuis la limite supérieure de l'état normal de l'eau jusqu'à la plus profonde limite où poussent des plantes aquatiques (kormophytes); 2) région sublittorale qui commence là où cesse la végétation et se caractérise par la présence des mollusques; 3) région profonde qui est recouverte proportionnellement de limons.

Mes examens ne se sont pas limités seulement à l'étude de la végétation dans l'eau de lac (bental), mais j'ai considéré aussi la végétation environnante, sur la rive sèche et sur les lagunes. En réalité, la végétation sur ces places n'appartient pas dans l'hydrobiose; mais très souvent, des parties desséchées de plantes terrestres se rencontrent à l'état de détritiques dans l'eau libre. Il a donc fallu étudier ces plantes et leurs causes. Pour cela, nous avons pris en considération les zones, tout en combinant notre division avec celle qui a été établie par Thi en e m a n n, N a u m a n n, Th u n m a r k. Nous avons:

La zone *terrestre* embrasse la terrasse d'abrasion aux environs immédiates du lac, partie recouverte d'une végétation grande. Cette région de végétation lacustre correspond au *supralittoral*.

La zone *tehlmatique* embrasse les lagunes lesquelles sont en liaison avec l'eau du lac. Elles sont principalement recouvertes de sinusies herbeuses. Cette zone lacustre correspond à l'*eulittoral*.

La zone *limnique* est constamment recouverte d'eau. Elle se trouve sur la terrasse d'accumulation du lac qui descend, en pente douce, jusqu'à la plaine centrale du lac. Cette partie de la zone limnique est recouverte partiellement de roseaux et de plantes submersibles et correspond à la région littorale. Depuis l'endroit où cesse la végétation submersible, commence la région sublittorale où vivent les mollusques puis, en arrière la région profonde qui embrasse la plaine centrale du lac.

Grouperment des matières. Par une vue sur Th u n m a r k nous effectuerons la division de nos matières en zones de végétation lacustres afin que cet exposé soit plus clair. Nous commencerons nos considérations par la limite extrême du *supralittoral*, puis nous passerons à l'*eulittoral*, ensuite nous exposerons la végétation du littoral qui se trouve constamment sous l'eau.

Supralittoral.

Les limites du supralittoral sont instables par suite des oscillations de l'eau du lac. En réalité, elles ne sont pas tellement fréquentes. Le mouvement des oscillations pour les cinquante dernières années a permis de constater l'état supérieur de l'eau en 1896, 1915, 1930. Ce déplacement des masses d'eau influe considérablement sur les rapports floristiques et sociologiques, et sur le changement des zones de végétation lacustre. Par une heureuse circonstance j'ai été présent jusqu'à ce que l'eau ait atteint son état supérieur en 1930 et déjà en 1933 l'eau se retirait. La végétation supralittorale est la plus nette sur le côté nord-ouest vers le village de Perovo, tandis qu'elle est à l'est moindre. À l'est, les successions naturelles ne peuvent être connues, car la terre libérée de l'eau, se recouvre immédiatement de plantes cultivées.

Le pourcentage des espèces dans la sociation végétative s'exprime avec les nombres (Rübel), ce qui signifie: 5=80-100%, 4=le plus souvent, 3=souvent, 2=rarement, 1=sporadique.

Suivant la quantité d'eau qui arrose la terre et suivant le degré de submersion, les sociations de plantes se sont développées en forme de ceintures ou bien se trouvent disséminées ici ou là suivant la hauteur du terrain.

Sur certaines places isolées on aperçoit le passage entre les sociations terrestres et limniques, liées avec une série des sociations telmatiques. Mais il existe aussi le cas rare où la continuité des phytocénoses est interrompue par un phénomène de cordon littoral sur lequel vivent des sociations de plantes de physiognomies spéciales.

Au nord, le cordon littoral s'étend en demi-cercle depuis le village d'Asamati jusqu'à l'embouchure de la rivière Golema Reka. A partir de là, l'eau du lac se répand librement dans la plaine de Rissan, vers le village de Perovo. Cette partie isolée appartient clairement au supralittoral.

Dans un exposé ci-après, nous donnerons la composition des sociations végétales.

En partant de la rive du lac et en allant au nord vers les villages de Perovo et de Jezerine, on rencontre l'une après l'autre les sociations suivantes: *Phragmiteto-macrocaricetum*, *Typ-heto-glycerietum*, *Salicetum Cinereae* et au bord extrême du

supralittoral l' *Alnetum*. Nous commencerons notre exposé par la sociation du bord nord du supralittoral.

Alnetum glutinosae

Au nord vers le village de Jezerine, et à le limite extrême du supralittoral se trouve une sociation d' *Alnus glutinosa*. Pendant le temps de l'état supérieur de l'eau du lac, celle-ci parvient jusqu' à cette place.

Comme membres de cette association (au sens la sociation) en 1933, ont crû:

<i>Althaea officinalis</i> 1	<i>Scutetellaria gelericulata</i> 1
<i>Bidens tripartitus</i> 1	<i>Eleocharis acicularis</i> 1
<i>Veronica Beccabunga</i> 1	

Salicetum cinereae

Avec la sociation *Alnus* se limite la phytocénose des *Salicetum*.

Les principaux membres de cette sociation sont:

<i>Sparganium ramosum</i> 4	<i>Alisma Plantago</i> 3
<i>Polygonum Hydropiper</i> 4	<i>Glyceria aquatica</i> 2
<i>Nephrodium Thelypteris</i> 4	<i>Typha latifolia</i> 2
<i>Lythrum Salicaria</i> 3	<i>Lycopus europaeus</i> 2
<i>Carex nutans</i> 3	<i>Cucubalus baccifer</i> 1
<i>Carex elata</i> 3	<i>Amarantus silvester</i> 1
<i>Lysimachia vulgaris</i> 3	<i>Myosotis palustris</i> 1
<i>Solanum Dulcamara</i> 1	

Sur un cordon étroit, à l'endroit appelé Staro Selo, entre *Salicetum* et *Phragmitetum* qui embrasse jusqu' au bassin du lac, croit le *Typheto Glycerietum* (*Typha latifolia* et *Glyceria aquatica*). Comme satellite de cette sociation se manifeste le *Carex acuta* (3).

Eulittoral et littoral

Au nord, vers Perovo et Jezerine s'élargit la spacieuse plaine de Rissan que l'eau arrose jusqu'à une certaine distance pendant l'état supérieur de l'eau du lac. A l'endroit où la rivière Golema se jette dans le lac de Prespa termine le cordon littoral demi-circulaire. L'eau s'avance sous l'apport épars du cordon et ainsi se forment les lagunes qui s'élargissent vers Jezerine. L'eau de ces lagunes se mélange avec l'eau du lac qui, librement, se répand sur la première partie de la plaine

de Rissan. En 1933, régnait l'état supérieur de l'eau du lac et il était difficile, au nord, de fixer la limite entre l'eulittoral et littoral. De même, il était difficile de fixer les limites approximatives des zones de végétations lacustres, car on pouvait trouver tous les passages entre les formes qui vivent dans l'eulittoral et le littoral. Cependant, en 1933, l'eau du lac s'est retirée dans son bassin, les lagunes se sont desséchées, et un grand nombre de formes, caractéristiques de l'eulittoral, a disparu.

Nous commencerons notre exposé par les espèces rencontrées quand le lac était à l'état supérieur. L'eau du lac s'étendait alors près de l'école de Perovo au nord ouest, au nord jusqu' à la place appelée Staro Selo, d'où commence vers le nord la sociation *Salicetum*.

Sur les bords extrêmes des mares et aux carreaux entre les *Phragmites* se sont développés:

<i>Salvinia natans</i> 5	<i>Potamogeton pectinatus</i> 2
<i>Ceratophyllum demersum</i> 5	<i>Potamogeton crispus</i> 2
<i>Myriophyllum spicatum</i> 5	<i>Potamogeton natans</i> 2
<i>Utricularia vulgaris</i> 5	<i>Nojas minor</i> 2
<i>Ranunculus fluitans</i> 4	<i>Glyceria aquatica</i> 2
<i>Chara foetida</i> 4	<i>Butomus umbellatus</i> 2
<i>Chara fragilis</i> 4	<i>Alisma Plantago</i> 2
<i>Myriophyllum verticillatum</i> 3	<i>Nymphoides peltata</i> 2
<i>Schoenoplectus lacustris</i> 3	<i>Oenanthe aquatica</i> 2
<i>Beckmannia eruciformis</i> 3	<i>Roripa silvestris</i> 2
<i>Polygonum amphibium</i> 3	<i>Castalia alba</i> 2
<i>Potamogeton lucens</i> 1	<i>Nitella flexilis</i> 1
<i>Potamogeton acuminatus</i> 1	<i>Rumex palustris</i> 1

Sur la rive baignée commençait la puissante sociation de:

Phragmiteto-macrocaricetum

La sociation *Phragmitetum* commence à l'endroit de Staro Selo puis embrasse le large cordon au-dessous du village de Perovo jusqu' auprès de Sir-Han à l'ouest du lac. Là cesse le supralittoral et avec lui la sociation *Phragmitetum* car la terrasse d'abration est surélevée. En réalité, les *Phragmites* débordent dans la zone limnique du littoral, et comme un étroit ruban d'une profondeur de 1—2 m s'étend jusqu' à la douane du village de Stejnje à l'ouest, où il cesse tout à fait. Bien que la région littorale soit douce, les *Phragmites* ne peuvent y croître parce que ce côté

est exposé aux attaques des vagues violentes que meut le vent du nord. De même, les *Phragmites* demeurent difficilement sur le littoral du lac, au nord du village d'Asamati jusqu' à l'embouchure de la rivière Golema Reka, parce que le nord est exposé aux chocs du vent du sud. Sur ce côté, les *Phragmites* poussent ici et là, à l'aspect de nids, sur les parties élevées du littoral. De même, les *Phragmites* croissent disséminées à l'est du lac jusqu' aux bancs des sédiments lacustres qui séparent la Golema Prespa (Grande Prespa) du Malo Jezero (Petit lac)

Comme cela se voit, les vents influent sur le phénomène des *Phragmites*. C'est pourquoi, au nord-ouest et à l'ouest s'est formée une étendue de végétation lénitique sur laquelle croît une puissante sociation *Phragmitetum*. Elle s'adosse au nord sur *Typhetum* et parvient jusqu' à Staro Selo. Elle se prolonge seulement vers l'ouest en un large cordon, au-dessous du village de Perovo. L'eau du lac a atteint ces places en 1933.

Comme membres de cette société *Phragmiteto-macrocaricetum*, au nord, autour de Staro Selo, se sont développés:

<i>Salix cinerea</i> 4	<i>Galega officinalis</i> 3
<i>Alisma Plantago</i> 3	<i>Dipsacus laciniatus</i> 3
<i>Mentha aquatica</i> 3	<i>Lycopus europaeus</i> 2
<i>Lythrum Salicaria</i> 3	<i>Typha latifolia</i> 2

Parmi les *Phragmites*, dans la direction de l'école de Perovo:

<i>Polygonum Hydropiper</i> 5	<i>Glyceria fluitans</i> 4
<i>Polygonum amphibium</i> 4	<i>Alisma Plantago</i> 3
<i>Eleocharis acicularis</i> 4	<i>Rumex palustris</i> 3
<i>Cirsium siculum</i> 4	<i>Panicum crus galli</i> 3
<i>Oenanthe aquatica</i> 4	<i>Sparganium ramosum</i> 3
<i>Glyceria aquatica</i> 4	<i>Alopecurus fulvus</i> 3
	<i>Beckmania eruciformis</i> 4
<i>Nymphaea (Castalia) alba</i> 2	<i>Juncus glaucus</i> 2
<i>Schoenoplectus lacustris</i> 2	<i>Carex Pseudocyperus</i> 2
<i>Lythrum Salicaria</i> 2	<i>Agrostis alba</i> 2
<i>Galega officinalis</i> 2	<i>Bidens cernuus</i> 2
	<i>Juncus lamprocarpus</i> 1

Pendant le temps de l'état supérieur de l'eau en 1931, la population a percé des canaux parmi les *Phragmites*, à cause de la moisson des cannes et dans ces canaux et leurs alentours se sont développés:

<i>Polygonum amphibium</i> (<i>Polygo-</i>	<i>Trapa natans</i> (<i>Trapetum</i>) 5
<i>netum amphibii</i>) 5	<i>Oenanthe aquatica</i> (<i>Oenanthe-</i>
<i>Castalia alba</i> (<i>Castalietum</i>) 5	<i>tum</i>) 5
<i>Hydrocharis morsus ranae</i> (<i>Hy-</i>	<i>Nymphoides peltata</i> (<i>Nymphoi-</i>
<i>drocharidetum</i>) 5	<i>detum</i>) 5
<i>Potamogeton natans</i> (<i>Potamo-</i>	<i>Potamogeton perfoliatus</i> 3
<i>getonetum</i>) 5	<i>Potamogeton lucens</i> 2
<i>Ludwigia palustris</i> 4	<i>Potamogeton crispus</i> 2
<i>Spartanium ramosum</i> 3	<i>Roripa amphibia</i> 2
	<i>Schoenoplectus lacustris</i> 2

Mais en 1933, l'eau s'est retirée et la rive autrefois baignée est restée sèche entièrement jusqu' au bassin du lac. Un grand nombre de plantes qui appartiennent à la formation des plantes aquatiques sont tombées sur la terre sèche. La sociation *Phragmitetum* a été en grande partie coupée et à leur place sont maintenant des plantes cultivées. À mesure que la sociation est restée, était suivie de:

<i>Alisma Plantago</i> 3	<i>Dipsacus laciniatus</i> 3
<i>Mentha aquatica</i> 3	<i>Lycopus europaeus</i> 2
<i>Lythrum Salicaria</i> 3	<i>Typha latifolia</i> 2
<i>Galega officinalis</i> 3	<i>Salix cinerea</i> 1

Eulittoral

Au nord du lac depuis le village d' Asamati jusqu' à l'embouchure de la rivière Golema Reka et au sud jusqu' à Stenje se trouvent les cordons littoraux, dont la hauteur s'élève jusqu' à 2 m. Lors de l'état supérieur de l'eau du lac, l'eau se répand à travers la matière éparsée de limon lacustre et du côté postérieur du cordon paraissent les mares littorales ou lagunes. La plus grande lagune se trouve en arrière du village de Stenje et s'appelle „Blato“. En dehors d'elle, on en trouve encore deux petites entre le village de Stenje et la douane. Au nord, se trouve encore une grande lagune. Mais jusqu' à ces lagunes, parvient l'eau du lac qui s'écoule librement dans la première partie de la plaine de Rissan. Et l'eau des lagunes se mélange avec l'eau du lac. De l'embouchure de la rivière Golema Reka jusqu' au village d' Asamati se trouvent encore quelques petites lagunes séparées l'une de l'autre.

Comme ces lagunes sont baignées par l'eau du lac, elles forment cependant une région de végétation propre, biotop. Par un jugement sévère, elles n'appartiennent pas à l'hydrobiose, mais

elles ont assez de formes végétales communes. Et le détritrus organique arrive facilement dans l'eau du lac, ce qui, quelquefois, a une influence sur la variation des gaz dans l'eau du lac.

L'exposé suivant provient de l'année 1931, pendant l'état supérieur de l'eau du lac.

Lagune „Blato“. Cette lagune est la plus grande et complètement isolée. Elle embrasse une surface de 5 ha. La formation des plantes aquatiques est fortement développée et les aréales

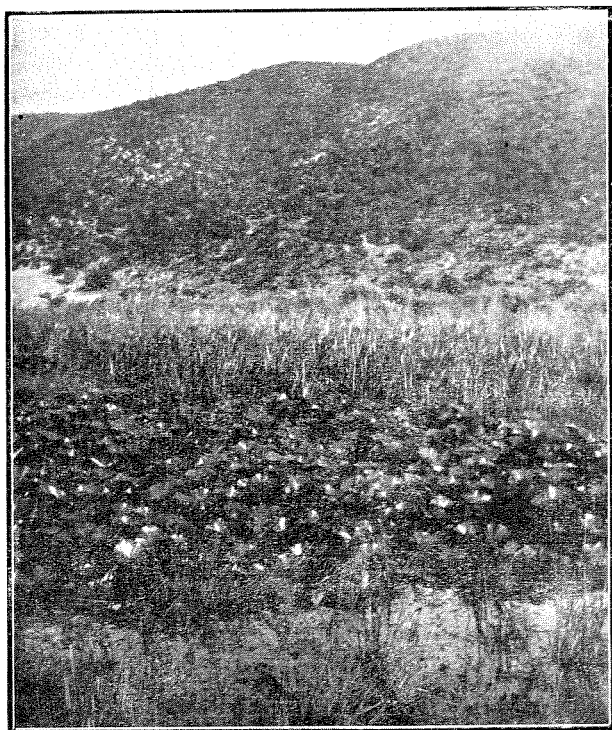


Fig. 1. Sociations de *Nymphaeetum* de la lagune „Blatö“. Eté 1931.

d'associations pénètrent l'une dans l'autre de sorte qu'il est difficile de fixer une limite approchante. Cependant, on a pu constater les sociations: *Phragmitetum*, *Salicetum*, et *Nymphaetum* (fig. 1). Aux carreaux, entre les *Phragmitetum* on trouve les *Polygonetum*.

Entre les *Phragmitetum* et *Salicetum* se sont développés

<i>Phragmites communis</i> (<i>Phragmitetum</i>) 5	<i>Potamogeton natans</i> 1
<i>Nymphaea alba</i> (<i>Nymphaetum</i>) 5	<i>Sparganium ramosum</i> 2
<i>Salix cinerea</i> (<i>Salicetum</i>) 5	<i>Ludwigia palustris</i> 2
<i>Polygonum amphibium</i> (<i>Polygonetum</i>) 5	<i>Carex Pseudocyperus</i> 2
<i>Lemna minor</i> 5	<i>Poa palustris</i> 2
<i>Glyceria fluitans</i> 3	<i>Eleocharis palustris</i> 2
<i>Roripa amphibia</i> 3	<i>Ranunculus fluitans</i> 2
<i>Myriophyllum spicatum</i> 3	<i>Galium palustre</i> 2
<i>Mentha aquatica</i> 3	<i>Butomus umbellatus</i> 2
<i>Agrostis alba</i> 3	<i>Hydrocharis Morsus ranae</i> 1
<i>Typha angustifolia</i> 3	<i>Rumex palustris</i> 1
<i>Oenanthe aquatica</i> 2	<i>Najas minor</i> 1
<i>Lythrum Salicaria</i> 1	<i>Iris pseudacorus</i> 1
<i>Potamogeton pectinatus</i> 1	<i>Lycopus europaeus</i> 1
	<i>Schoenoplectus lacustris</i> 1
	<i>Utricularia vulgaris</i> 1

Sur les bords de la grande lagune, près des plantes mentionnées poussent encore: *Alisma Plantago* (5) et *Rumex Hydrolythum* (5).

Entre le village de Stenje et la douane se trouvent deux petites lagunes dont la grandeur s'élève environ à 20 m². Dans la première, plus près de Stenje, poussent:

<i>Potamogeton crispus</i> 2	<i>Chara foetida</i> 1
<i>Potamogeton perfoliatus</i> 1	<i>Najas minor</i>
<i>Potamogeton lucens</i> 1	<i>Alisma Plantago</i> 1
<i>Zannichellia palustris</i> 1	<i>Glyceria plicata</i> 1
<i>Utricularia vulgaris</i> 1	<i>Myriophyllum spicatum</i> 1
	<i>Ceratophyllum demersum</i> 1

Dans la 2^{ème} lagune, plus près de la douane, poussent:

<i>Ceratophyllum demersum</i> 5	<i>Utricularia vulgaris</i> 1
<i>Lemna minor</i> 2	<i>Chara foetida</i> 1
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	<i>Nitella flexilis</i> 1
<i>Potamogeton acuminatus</i>	<i>Alisma Plantago</i> 1
<i>Potamogeton lucens</i> 1	<i>Myriophyllum spicatum</i> 1
<i>Salvinia natans</i> 1	<i>Veronica Beccabunga</i> 1
<i>Hydrocharis Morsus ranae</i>	<i>Najas minor</i> 1
	<i>Glyceria plicata</i> 1

On a déjà dit que l'eau des lagunes à Perovo et vers Jezetine se mélange avec l'eau du lac et que là se voit le passage

entre les zones thématisques et limniques. Cependant, on voit deux lagunes séparées autour de l'école de Perovo, Dans la lagune derrière l'école dont la grandeur est environ 100 m² poussent:

<i>Alisma Plantago</i> 5	<i>Butomus umbellatus</i> 2
<i>Salvinia natans</i> 5	<i>Glyceria aquatica</i> 2
<i>Ceratophyllum demersum</i> 3	<i>Gratiola officinalis</i> 1

Dans la lagune un peu plus grande, sous l'école, plus près du lac, poussent:

<i>Alisma Plantago</i> 5	<i>Beckmannia eruciformis</i> 4
<i>Salvinia natans</i> 5	<i>Myriophyllum spicatum</i> 4
<i>Potamogeton natans</i> 5	<i>Glyceria aquatica</i> 3
<i>Trapa natans</i> 5	<i>Utricularia vulgaris</i> 3

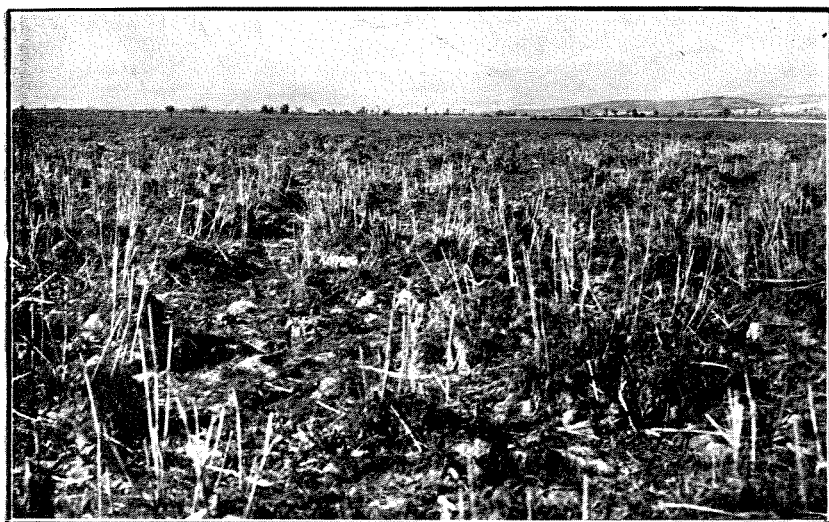


Fig. 2. Restes de *Phragmitetum* après le retrait de l'eau

<i>Hydrocharis Morsus ranae</i> 5	<i>Ceratophyllum demersum</i> 3
<i>Alopecurus fulvus</i> 4	<i>Butomus umbellatus</i> 2
<i>Glyceria fluitans</i> 4	<i>Eleocharis palustris</i> 2
<i>Schoenoplectus lacustris</i> 2	

Dans les lagunes qui se trouvent derrière le cordon littoral entre Jezerine et Asamati se sont développés:

<i>Polygonum Persicaria</i> 5	<i>Gratiola officinalis</i> 2
<i>Ludwigia palustris</i> 5	<i>Potamogeton lucens</i> 2
<i>Sparganium ramosum</i> 5	<i>Potamogeton pectinatus</i> 2

<i>Potamogeton crispus</i> 4	<i>Salvinia natans</i> 2
<i>Mentha Pulegium</i> 4	<i>Alisma Plantago</i> 2
<i>Rumex Hydrolapathum</i> 3	<i>Schoenoplectus lacustris</i> 2
<i>Polygonum Hypropiper</i> 2	<i>Potentilla reptans</i> 2
<i>Eleocharis acicularis</i> 2	<i>Nymphoides peltata</i> 1
<i>Trapa natans</i> 2	<i>Glyceria fluitans</i> 1

Mais il faut accentuer que, la phytocenose de la lagune est très instable car elle est en dépendance avec les oscillations



Fig. 3. *Damasonium Bourgaei* (Phot. N. Košanin)

du niveau du lac. Elle n'est stable ni dans la durée, ni dans l'étendue, ni dans la composition. Quand le lac s'est retiré, comme le cas s'est présenté en 1933, alors les lagunes sont restées tout à fait sèches et un grand nombre de plantes aquatiques a péri. La formation des plantes aquatiques a été dans sa phase terminale et déjà les éléments des phases suivantes ont pu être trouvés.

Comme cela se voit les causes de successions sont de nature géophysique.

Dans la grande lagune, derrière Stenje („Blato“) en quelques endroits encore humides sont demeurées les sociations suivantes: *Phragmiteto-Typhetum* (*Phragmites communis*-*Typha angustifolia*), où se sont développés:

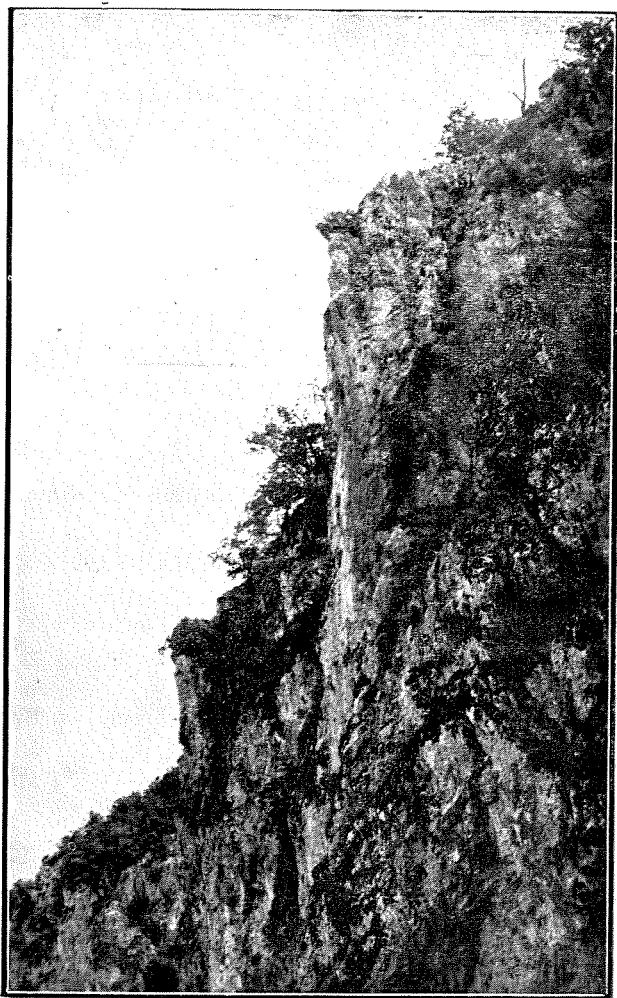


Fig. 4. Les falaises à Stenjska Uvala.

Roripa amphibia 35
Agrostis alba 5

Sparganium ramosum 3
Oenanthe aquatica 3

<i>Ludwigia palustris</i> 5	<i>Galium palustre</i> 3
	<i>Mentha aquatica</i>
<i>Nymphaeetum</i> (<i>Castalia alba</i>) avec:	
<i>Nymphoides peltata</i> 3	<i>Hydrocharis Morsus ranae</i> 1
<i>Salicetum</i> (<i>Salix cinerea</i>) où se sont développés:	
<i>Lythrum Salicaria</i> 5	<i>Gnaphalium uliginosum</i> 3
<i>Carex acuta</i> 5	<i>Sparganium ramosum</i> 3

Les autres lagunes autour du lac ont été tout à fait desséchées. Il en est de même pour la grande lagune près de Jezezine. A sa place sont restés des tas, comme horstes de *Phragmites*, (fig. 2) entre lesquelles a crû la *Gratiola officinalis*. Aux endroits élevés est resté le *Juncetum* (*Juncus Lersii* (5), avec *Juncus glaucus* (1) *J. effusus* (1) et *Althaea officinalis* (3).

Dans les lagunes de Perovo à Asamati, on trouve les éléments des successions suivantes:

<i>Mentha Pulegium</i> 5	<i>Plantago major f. asiatica</i> 4
<i>Trifolium fragiferum</i> 4	<i>Cirsium siculum</i> 4
<i>Trifolium repens</i> 4	<i>Nymphoides peltata</i> 4
	<i>Pulicaria vulgaris</i> 2

Aux endroits où il y en a encore un peu d'humidité, sont développés les *Phragmites communis* et *Glyceria aquatica*.

Végétation sur le cordon littoral

Sous l'action violente des vagues déplacées par les vents du nord et du sud, des terrasses d'accumulation ou du littoral, une matière éparsée a été rejetée sur la rive et forme un rempart d'alluvions, qui s'appelle le *cordon littoral*. D'une forme typique, demi-circulaire, le cordon littoral est développé au nord du lac depuis Asamati jusqu'à l'embouchure de la rivière Golema Reka. Au sud se trouve un cordon littoral depuis la douane de Stenje; il s'étend au-dessous de Stenje vers le sud jusqu'aux falaises aux environs de Stenjska Uvala. On appelle le premier: cordon d'Asamati, et le deuxième cordon de Stenje. La hauteur du cordon est de 2 m. La partie antérieure est tournée vers le lac puis s'abaisse en terrasse. La partie postérieure est inclinée. Sur la partie antérieure se distinguent visiblement 3 zones: la supérieure qui forme une digue arrondie composée de gravier rond; la moyenne composée de sable fin et enfin la zone inférieure qui pénètre dans le lac. Chacun de ces profils a sa végétation qui est dispersée pour

chaque profil et pour laquelle il est difficile de parler quant aux relations sociologique.

Cordon d'Asamati

Zone supérieure.

<i>Scrophularia canina</i> 5	<i>Sambucus ebulus</i> 2
<i>Carduus acanthoides</i> 4	<i>Onopordum tauricum</i> 2
<i>Chondrilla juncea</i> 4	<i>Echium altissimum</i> 2
<i>Centaurea calcitrapa</i> 3	<i>Saponaria officinalis</i> 2
<i>Chenopodium Botrys</i> 2	<i>Rosa canina</i> 1
<i>Rubus ulmifolius</i> 2	<i>Salix alba</i> 1

Zone moyenne sur le sable

<i>Chenopodium Botrys</i> 4	<i>Polygonum aviculare</i> 2
<i>Bromus tectorum</i> 3	<i>Chamaepeuce afra</i> 2
<i>Carex hirta</i> 3	<i>Salsola Kali</i> 2
<i>Euphorbia Myrsinites</i> 2	<i>Erodium Cicutarium</i> 1

Zone inférieure ou ensablement:

<i>Cyperus fuscus</i> 5	<i>Veronica Beccabunga</i> 2
<i>Eleocharis acicularis</i> 5	<i>Lythrum Hyssopifolia</i> 1
<i>Gnaphalium uliginosum</i> 4	<i>Ranunculus sceleratus</i> 1
<i>Potentilla supina</i> 3	<i>Scirpus Michelianus</i> 1

Côté postérieur du cordon:

<i>Carduus acanthoides</i> 3	<i>Cichorium Intybus</i> 1
<i>Ononis spinosa</i> 2	<i>Cirsium ligulare</i> 1

Cordon de Stenje

Zone supérieure:

<i>Holoschoenus australis</i> 5	<i>Scrophularia canina</i> 3
<i>Verbascum thapsiforme</i> 5	<i>Pirus amygdaliformis</i> 2
<i>Chondrilla juncea</i> 4	<i>Carex hirta</i> 2
<i>Rubus ulmifolius</i> 4	<i>Cynoglossum officinale</i> 1
<i>Berteroa mutabilis</i> 4	

Zone moyenne:

<i>Euphorbia Myrsinites</i> 4	<i>Pirus amygdaliformis</i> 2
<i>Mentha longifolia</i> 4	<i>Chamaepeuce afra</i> 2
<i>Chenopodium Botrys</i> 3	<i>Tunica Saxifraga</i> 2
<i>Heliotropium suaveolens</i> 3	<i>Holoschoenus australis</i> 2
<i>Centaurea Grisebachii</i> 2	<i>Verbascum floccosum</i> 1
<i>Cynodon Dactylon</i> 2	<i>Rubus ulmifolius</i> 1

Zone inférieure au ensablement:

Sur la zone inférieure la végétation ne peut être conservée, car, à cette place les habitants de Stenje abreuvent les troupeaux.

Côté antérieur du cordon vers la lagune „Blato“:

Damasonium Bourgaei (Fig. 3).

Végétation de la rive submergée et celle des falaises et des grottes

Sur le côté postérieur du lac, depuis Sir-Han jusqu'au lieu „Čorti Kamen“ se trouve le mont „Magarica“, dont les ramifications s'abaissent jusqu'au lac. C'est pourquoi en quelques endroits cette rive est élevée. Mais là où la pente est douce, la rive est recouverte de cailloux fins que les torrents formés par les pluie arrachent au mont Magarica. Sur le mont croît la sociation: *Juniperetum excelsae*. Cependant sur la rive, au-dessous de la route, parmi les pierres, croissent:

<i>Xanthium spinosum</i> 5	<i>Verbascum thapsiforme</i> 3
<i>Polygonum Hydropiper</i> 4	<i>Chenopodium Botrys</i> 3

Un côté autour de Stenjska Uvala est exposé aux grandes vagues soulevées par le vent du nord. Les masses rocheuses minées par les coups des vagues s'écroulent dans le lac et s'y brisent. L'étendue du cordon littoral de Stenje jusqu'aux falaises de Stenjska Uvala est recouvert de blocs écroulés des rochers. Les torrents formés par les pluie ont entraîné du limon et de la terre et le tout s'est déposé entre les roches envahissantes où poussent maintenant:

<i>Cirsium Candelabrum</i> 5	<i>Polygonum Persicaria</i> 3
<i>Geranium purpureum</i> 4	<i>Parietaria judaica</i> 3
<i>Malcolmia serbica</i> 4	<i>Urtica dioica</i> 2
<i>Chamaepeuce afra</i> 3	<i>Picnomon Acarna</i> 1
<i>Cardamine graeca</i> 1	

A partir de cette place commence tout de suite les falaises hautes de 20 à 30 m. (fig. 4). Sur ces falaises, tournés vers le nord, poussent;

<i>Centaurea campylacme</i> 4	<i>Ceterach officinarum</i> 2
<i>Campanula thessala</i> 4	<i>Festuca glauca</i> 2
<i>Corydalis ochroleuca</i> 3	<i>Coronilla emeroides</i> 2

<i>Silene serbica</i> 2	<i>Saxifraga rotundifolia</i> 1
<i>Umbilicus erectus</i> 2	<i>Alyssum orientale</i> 1
<i>Doronicum Columnae</i> 1	

Par suite de la force frappante des vagues, à la hauteur du niveau de l'eau du lac des grottes se sont formées dans les falaises. Elles existent à des hauteurs différentes se qui démontre qu'elles ont commencé lors des différents états de l'eau du lac. Il est difficile d'en aborder plusieurs. Dans le premier, le cordon de Stenje le plus près, croissent;

<i>Parietaria judaica</i> 5	<i>Malcolmia serbica</i> 4
<i>Heliosperma Vandusii</i> 1	

La zone limnique

La zone limnique est constamment baignée d'eau. La partie de la zone où poussent des plantes vertes est désignée comme littoral. La profondeur du littoral est conditionnée à la transparence de l'eau et elle atteint 7.20 m. pour le lac de Prespa. Sur le littoral croissent des formes désignées comme lymnophytes, amphiphytes et helophytes (au sens de G a m s). Son phénomène dépend de l'inclinaison et de la nature de la base et puis, ce qui est spécialement important, de la direction des vents et de l'intensité des vagues. Le côté occidental est le moins exposé aux coups des vents et des vagues et sur ce côté du lac, de la douane de Stenje jusqu'à Perovo s'est formée une étendue de végétation lénitique. Les côtés nord et sud exposés aux vents violents et la végétation héliophyte n'a pu se développer. Le côté oriental est exposé au vent de l'ouest qui est plus faible que ceux du sud et du nord et sur se côté on peut voir partiellement des plantes qui appartiennent aux héliophytes. D'après cela, la végétation littorale est différente. La région littorale par rapport au volume du lac est faible.

La végétation littorale est répartie par ceintures. Dans les profils qui nous exposerons de suite nous noterons les plantes telles qu'elles se remarquent dans l'espace, sans considération de la forme écologique à laquelle elles appartiennent.

Profil sur le côté nord, devant le village d'Asamati.

Sur le gravier et les pierres fines croît la *Cladophora*. La végétation de *Cladophora* forme une ceinture circulaire autour du lac. Elle prend l'espace depuis la limite supérieure de l'état tranquille de l'eau et s'abaisse à une profondeur de 2 m.

Utricularia vulgaris croît dans le limon de 1 à 2 m de profondeur, souvent mêlée avec la *Cladophora* si, sur l'étendue se trouve une base pierreuse.

Chara® *fragilis* commence à 2 m de profondeur puis s'abaisse jusqu'à 5.60 m. Vers la limite supérieure de son étendue la société *Charetum* est pure, mais en allant vers la limite inférieure les characae se mélangent d'abord avec le *Potamogeton perfoliatus* et ensuite avec le *Ceratophyllum demersum*.

Le *Ceratophyllum demersum* commence à 5 m de profondeur puis s'étend jusqu'à 7 m. L'association *Ceratophylletum* est pure à la limite supérieure de l'étendue et, aux environs des 7 m on remarque:

Myriophyllum spicatum qui s'abaisse jusqu'à 7.20 — 7.50 m.

Au delà de cette profondeur, il n'y a plus de végétation. La distance entre la rive et l'endroit où la profondeur atteint 7 m est de 120 m.

Profil sur le côté oriental du lac, dans le golf situé entre le monastère Metoh et Slivnica

Cladophora à une profondeur de 0 à 1 m.

Utricularia vulgaris de 0.5—2.20 m.

Potamogeton perfoliatus de 3—4.40 m.

Ceratophyllum demersum et *Myriophyllum spicatum* de 4.60—7 m. de profondeur.

La distance entre la rive et la place où la profondeur atteint 7 m. s'élève à 85 m.

Profil sur le côté oriental entre le monastère de Slivnica et le village Štrbovo.

Cladophora à une profondeur de 0—1 m.

Phragmites communis de 1—1.5 m.

Utricularia jusqu'à 2 m.

Potamogeton perfoliatus de 1.5—4 m.

Ceratophyllum demersum de 4 à 6 m.

Myriophyllum spicatum de 6 à 7 m.

La distance entre la rive et la place où la profondeur atteint 7 m. s'élève environ à 85 m.

Profil sur la rive occidentale devant Sir-Han,

Le côté du littoral est le moins exposé au vent.

Cladophora de 0 à 0.5 m. sur une base pierreuse.

Phragmites communis de 0.5—2 m.

Myriophyllum spicatum de 2—3 m.

Ceratophyllum demersum 3—4 m. et puis de 5—5.80 m.

Potamogeton crispus de 4—5.20 m.

Potamogeton perfoliatus 4.—4.50 m.

Zannichellia palustris 4.50—5.80 m.

La distance de la rive jusqu'à l'endroit où la profondeur atteint 5.80 m, s'élève à 200 m. La région littorale atteint une plus petite profondeur car la transparence est plus faible par suite des particules organiques et des matières humiques.

A l'occasion de l'examen de ces profils nous constatons que la *Chara* se trouve seulement sur un côté de Golema Prespa dans le littoral et cela au nord.

Phytocenose

La sociation **Bryida**

Drepanocladus pseudofluitans Stenje

La sociation de **Nymphaeida**

Polygonum amphibium avec *Phragmites*. Perovo (*Polygonetum amphibii*)

Nymphaea alba Perovo, Stenje (*Nymphaetum albae*)

Roripa amphibia Perovo, Stenje.

Ludwigia palustris Perovo, Stenje, Asamati.

Trapa natans Perovo, Stenje, Asamati (*Trapetum natantis*)

Nymphoides peltata, Perovo, Stenje, Asamati. (*Nymphoidetum peltatae*)

Hydrocharis Morsus ranae. Perovo, Stenje.

Potamogeton natans Perovo.

Potamogeton crispus v. *acuminatus* Perovo, Stenje, Asamati.

Potamogeton crispus Perovo, Stenje, Asamati.

Potamogeton perfoliatus Perovo, Stenje, Asamati.

La sociation de **Elodeida**

Salvinia natans Perovo, Stenje, Asamati. (*Salvinietum*)

Ranunculus fluitans Perovo, Stenje Asamati.

Ceratophyllum demersum Perovo, Stenje, Asamati. (*Ceratophylletum demersi*)

Myriophyllum verticillatum Perovo, (*Myriophylletum verticillati*)

Myriophyllum spicatum Perovo. Stenje.

Utricularia vulgaris Perovo, Stenje (*Utricularietum vulgaris*)

Potamogeton pectinatus Perovo, Stenje (*Potamogetonnetum pectinati*)

Najas minor Stenje.

Lemna minor Stenje.

Nitella Perovo, Stenje.

Chara foetida Perovo, Stenje (les lagunes), Asamati (*Charetum foetidae*)

Chara fragilis. Perovo, (*Charetum fragilis*)

Sociation de **Helophyta**

Oenanthe aquatica Perovo, Stenje, avec *Phragmites* (*Oenanthetum aquaticae*).

Veronica anagallis Stenje.

Mentha aquatica Perovo, Stenje. (*Menthetum aquaticae*)

Damasonium Bourgaei Stenje.

Alisma Plantago Perovo, Stenje.

Butomus umbellatus Perovo. Stenje. (*Butometum*)

Juncus conglomeratus Asamati (*Juncetum conglomerati*).

Iris pseudacorus Stenje. (*Iridetum pseudacori*).

Schoenoplectus lacustris Perovo, Stenje, Asamati (*Scirpetum lacustris*).

Schoenoplectus supinus avec *Damasonium*. Stenje.

Eleocharis palustris Perovo.

Eleocharis acicularis Perovo, Asamati.

Carex pseudocyperus Perovo, Stenje (*Macrocaricetum*).

Alopecurus fulvus Perovo, Stenje.

Phragmites communis Perovo, Stenje. Sir-Han (*Phragmitetum*).

Echinochloa crus galli Perovo, avec *Phragmites*.

Agrostis alba Perovo, Stenje, (*Agrostitetum albae*).

Glyceria aquatica Perovo (*Glycerietum aquaticae*).

Glyceria fluitans Perovo, Stenje, Sir-Han (*Glycerietum fluitantis*).

Beckmannia eruciformis Perovo. (*Beckmannietum*).

Sparganium ramosum Perovo, Stenje, Asamati (*Sparganietum ramosi*).

Typha latifolia Perovo, Asamati (*Typhetum latifoliae*)

Typha angustifolia Stenje. (*Typhetum angustifoliae*).

BIBLIOGRAPHIE CITÉE:

- Gams H.*: Die höhere Wasservegetation. Handb. d. biol. Arbeitsm. 1926.
- Košanin N.*: Das Vorkommen von *Damasonium Bourgaei* Coss. an den Ufern des Prespasees in Südserbien. Bull. de l'Inst. et du Jard. Botan. de l'Univ. de Beograd. T. II. N 1—2, 1931-32
- Naumann E.*: Grundzüge der regionalen Limnologie. Die Binnengewässer B. XI 1932.
- Rübel E.*: Pflanzen-Gesellschaften der Erde. Berlin 1925.
- Thienemann A.*: Die Binnengewässer Mitteleuropas. Die Binnengewässer B. I 1925.
- Thunmark S.*: Der See Fiolen und seine Vegetation. Act. Phytogeogr Suecica II 1931.
-

LIMNOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AM SKADAR (SKUTARI)—SEE

Von

Fritz G e s s n e r (Langenargen am Bodensee)

Einleitung.

Gegen Abend des 6. September 1924 langten die Exkursionsteilnehmer des VII internationalen Limnologenkongreßes — von Podgorica kommend — am Ufer des Skadar-Sees an. Da die jugoslavische Marine dem Kongreß ein Schiff zur Verfügung gestellt hatte, konnte ein Teil von uns eine mehrstündige Fahrt durch den nördlichen Teil dieses Sees machen. Während dieser Fahrt gab Prof. S. S t a n k o v i ć einige Erleuterungen über diesen —bisher limnologisch fast unbekanntem—See und er wies namentlich darauf hin, daß sich zwischen seiner Morphologie, seinem Planktongehalt und seiner Fischproduktion ein sehr auffallendes Mißverhältnis gezeigt habe.

Diese Ausführungen gaben mir die Anregung, die Fahrt über den Skadar-See dazu zu benützen, größere Mengen von Plankton qualitativ und quantitativ zu entnehmen, sowie Wasserproben zur chemischen Untersuchung zu schöpfen.

Wenn ich mich entschloß, im Folgenden die Ergebnisse meiner Untersuchungen darüber zu veröffentlichen, so geschah dies einerseits darum, weil der Skadar-See ein limnologisch noch unbekanntes Gebiet ist, zweitens und in der Hauptsache aber deshalb, um auf ein wichtiges produktionsbiologisches Problem hinzuweisen, welches eine weitere Erforschung als dringend erwünscht erscheinen läßt.

Der Chemismus

Die Wasserproben wurden um 19 Uhr von der ruhigen Seeoberfläche entnommen und teils mit Chloroform fixiert, teils unfixiert in Glasflaschen aufbewahrt. Die Analysen wurden nach

zwei Wochen im Laboratorium des Instituts in Langenargen durchgeführt.

Nur die Phosphate wurden bereits 12 Stunden nach der Probenentnahme im Grand Hotel in Cetinje untersucht. Wasserentnahme aus der Tiefe war leider nicht möglich, jedoch besitzt Skadar-See — von einigen eng umgrenzten Stellen abgesehen — nur eine Tiefe von 5—6 m.

In folgender Tabelle gebe ich eine Zusammenstellung der Ergebnisse. Für die Überlassung einiger Daten bin ich Herrn Dr. Höll (Hannover) zu herzlichem Dank verpflichtet.

Temperatur	25.2 °C
PH	7.8
Freie CO ₂	8.0 mg/l
Härte	4.32 D. G.
Phosphat	0—2 mg P/m ³
Nitrat (NO ₃)	0 mg N/m ³
Silikat	702 mg Si/m ³
Amoniak (NH ₃)	< 20 mg/m ³
Eisen (Fe)	< 30 mg Fe/m ³
Chlorid (Cl)	4 mg/l
Sulfat (SO ₄)	7.4 mg/l

Was an der chemischen Zusammensetzung des Skadar-See-wassers ganz besonders auffällt, ist seine ungewöhnliche Armut an Phosphat, an Stickstoffverbindungen, an Silikat und an Eisen. Fehler in der Bestimmung können ausgeschaltet werden, da das Phosphat sehr bald nach der Entnahme geprüft wurde, das Nitrat aber sowohl in fixierten wie in unfixierten Proben nach der Strychninsulfat-Methode von Harvey sowie mit dem Diphenylbenzidin (nach Atkins) keine Spur einer Färbung zeigte: Auch das Eisen und die Kieselsäure gaben nur Mengen eines oligotrophen Sees.

Das Plankton.

Zum qualitativen Planktonfang verwendete ich ein kleines Kolkwitz-Netz mit Gazennummer 25. Dieses Material wurde mit Formalin fixiert. Die zur Planktonzählung bestimmten Wasserproben wurden mit einigen Tropfen Jod-Jod-Kaliumlösung versetzt. Für die Bestimmung einiger schwieriger Planktongruppen bin ich Herrn Dr. Hustedt (Diatomeen) und Herrn. Dr. Kozminski (Copepoden) zu herzlichem Dank verpflichtet.

In der nun folgenden Organismenliste sind eine große Anzahl von Formen enthalten, die sicher nicht dem Plankton angehören, sondern aus dem Benthos und dem Litoral eingeschleppt sind. Bei der geringen Tiefe und der starken Windexposition ist dies vollkommen verständlich.

Flagellaten:

Dinobryon bavaricum

Peridineen:

Ceratium hirundinella (robuste Form, zwei Antapikalhörner)

Cyanophyceen:

Merismopedia glauca

Microcystis flos aquae

— *viridis*₃

Chroococcus limneticus

Lyngbya contorta (?)

Chlorophyceen:

Lagerheimia genevensis

Pediastrum clathratum f. *duo-*
denarium

Coelastrum microsporum

Gloeococcus Schröteri (?)

Oocystis spec.

Crucigenia quadrata

Scendesmus quadricauda

Ankistrodesmus lacustris

— *falcatus*

Tetraëdron spec

Gloeocystis ampla

Desmidiaceen:

Staurastrum excavatum

Cosmarium spec.

Closterium setaceum

Staurastrum cuspidatum

Diatomeen:

Achnanthes lanceolata

Amphora ovalis

— — *forma pediculus*

Anomoeoneis exilis

— *zellensis*

Cocconeis placentula

— — *v. klinoraphis*

Cyclotella comta

— *planktonica*

— *ocellata*

— *operculata*

Cymatopleura solea

Cymbella affinis

— *austriaca*

— *delicatula*

— *gracilis*

— *helvetica*

— *lanceolata*

— *microcephala*

— *ventricosa*

Denticula tenuis

Diatoma vulgare v. *Ehrenbergi*

Eunotia pectinalis

<i>Fragilaria construens</i>	<i>Synedra ulna</i>
— <i>capucina</i> v. <i>lanceolata</i>	— — v. <i>biceps</i>
— <i>crotonensis</i>	<i>Tabellaria fenestrata</i>
<i>Frustulia rhomboides</i> v. <i>saxonica</i>	<i>Diatoma hiemale</i> v. <i>mesodon.</i>
<i>Comphonema acuminatum</i>	Ciliaten (nach fixiertem Material unbestimmbar).
— <i>constrictum</i>	Rotatorien :
— <i>intricatum</i>	<i>Aspianchna priodonta</i>
— <i>olivaceum</i>	<i>Synchaeta spec.</i>
— <i>parvulum</i>	<i>Pleosoma hudsoni</i>
<i>Gyrosigma scalproides</i>	<i>Notholca longispina</i>
<i>Hantzschia amphioxys</i>	<i>Anuraea aculeata</i>
<i>Melosira granulata</i>	<i>Rattulus spec.</i>
<i>Navicula bacillum</i>	Cladoceren:
— <i>cryptocephala</i> v. <i>intermedia</i>	<i>Daphnia cucullata</i>
— <i>exigua</i>	<i>Leptodora Kindtii</i>
— <i>gracilis</i>	<i>Bosmina longirostris</i>
— <i>mutica</i> v. <i>ventricosa</i>	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>
— <i>radiosa</i>	Copepoden :
— <i>rhynchocephala</i>	<i>Diaptomus vulgaris</i> v. <i>skutari-</i>
— <i>scutelloides</i>	<i>ensis</i>
<i>Nitzschia amphibia</i>	<i>Mesocyclos leuckarti</i>
— <i>angustata</i>	Lammellibranchiaten :
— <i>hungarica</i>	Larven von <i>Dreissena</i>
<i>Stephanodiscus astraea</i>	Hydracariden.
<i>Surirella angusta</i>	
— <i>robusta</i> v. <i>splendida</i>	

Außer diesen in der Liste angeführten Arten fanden sich in den Proben noch reichlich *Spirogyra*, *Zygnema* Fäden und einige Individuen von *Arcella*. Die einzige Besonderheit, die in dieser qualitativen Planktonzusammensetzung erwähnenswert ist, betrifft das Auftreten von *Dreissena*-Larven, die nur noch vom Ochrid-See planktonisch bekannt sind. Es ist diese Übereinstimmung deshalb so unerwartet, weil Ochrid-See und Skadar-See in jeder Beziehung verschieden sind. Auffallen mag ferner die große Zahl der Kieselalgen, doch ist eben zu berücksichtigen, daß die meisten dieser Formen nicht planktonisch sind. Über einige seltene oder neue Diatomeen meines Materials will Herr Dr. Hustedt an anderer Stelle berichten

Die quantitative Planktonuntersuchungen wurden mit dem Utermöhl'schen Mikroskop durchgeführt. Zur Zählung der

häufigsten Formen verwendete ich eine 2 ccm-Kammer, die selteneren Arten mußten mit einer 10 ccm-Kammer ausgezählt werden. Die Resultate der Zählungen sind in folgender Tabelle zusammengestellt: In 1 Liter waren enthalten:

<i>Cyclotella</i> (einzeln)	258000
<i>Cyclotella plankt.</i> (Kolonie)	13000
<i>Navicula</i>	3000
<i>Fragilaria</i> (einzeln)	5000
<i>Oocystis spec.</i>	2000
<i>Lagerheimia</i>	1000
<i>Crucigaenia</i>	1000
<i>Synedra ulna</i>	1000
<i>Chroococcus limneticus</i>	1300
<i>Melosira granulata</i>	100
<i>Ceratium hirundinella</i>	1700
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	100
<i>Staurastrum cuspidatum</i>	100
— <i>gracile</i>	200
<i>Ankistrodesmus lacustris</i>	200
— <i>falcatus</i>	100
<i>Pediastrum clathratum</i>	1800
<i>Merismopedia glauca</i>	500
<i>Microcystis</i>	500
<i>Closterium setaceum</i>	100
<i>Dinobryon bavaricum</i>	100
<i>Coelastrum microsporum</i>	100
<i>Lyngbia contorta</i>	200
Summe in 1 Liter	291100

Vergleicht man diese Zählungen, die freilich nur Stichprobenwert haben, mit denen anderer Seen, so muß das Plankton als arm bezeichnet werden. Quantitativ entspricht es — bei ähnlicher Artenzusammensetzung — etwa der Hälfte der im Bodensee während des Sommers in Epilimnion produzierten Menge.

Der oligotrophe Charakter des Skadar-Sees wird ferner durch das zahlenmäßige Zurücktreten der Cyanophyceen unterstützt, die in eutrophen Seen zu dieser Jahreszeit meist den Hauptanteil des Phytoplanktons bilden.

Schlußfolgerungen

Zwischen Nährstoffgehalt und Planktonmenge können im See folgende Beziehungen bestehen:

1. Wenig Nährstoff (betreffend hauptsächlich P und N), wenig Plankton. (Primäre Nährstoffarmut).

2. Wenig Nährstoff, viel Plankton. (Sekundäre Nährstoffarmut).

3. Viel Nährstoff, wenig Plankton. (Entweder Übergangsstadium zu 2. oder Gegenwart von Hemmungsfaktoren [Giftstoffe u. s. w]).

Von diesen drei Möglichkeiten ist die erste am seltensten zu finden, und sie bedarf wohl in jedem Falle einer besonderen Erklärung. Aus den bisherigen Daten geht hervor, daß der Skadar-See wohl jenen ersten Fall darstellt. Die von Stanković hervorgehobene Planktonarmut findet also in der Nährstoffarmut ihre Erklärung, diese selbst wird nun aber zum limnologischen Problem, das der weiteren Untersuchung wert wäre.

Sind also die produktionsbiologischen Verhältnisse des Skadar-Sees schon an und für sich dadurch interessant, daß sie weder mit der Lage noch der Morphologie dieses Seebeckens übereinstimmen, so werden sie geradezu zum Rätsel, wenn man die Fischproduktion dieses Gewässers heranzieht. In einer statistischen Zusammenstellung über die Fischerei im Skadar-See berechnet im Jahre 1918 Emil Doljan*) den jährlichen Fischertrag des Skadar-Sees auf 600.000 bis 800.000 kg. Den Hauptanteil haben dabei die Cypriniden und zwar in erster Linie *Alburnus scoranza*. In zweiter Linie kommen *Cyprinus carpio*, *Chondrostoma nasus*

*) E. Doljan: Fischerei am Skutari-See. — (Österreichische Fischereizeitung, XIV, 1917, Nr. 20—24).

und *Carassius vulgaris*. Der Ertrag pro Ha beträgt etwa 15 bis 30 kg. jährlich. Der genannte Autor vergleicht nun die Fischproduktion des Skadar-Ses mit jener aus anderen Seen und kommt zu dem Ergebnis, „daß die im Skutarisee (samt Überschwemmungsgebiet rund 40.000 ha) im Jahresdurchschnitt gewonnene Fischmenge gegenüber der Fischernte keines der größten mittel- und südeuropäischen Süßwasserseen zurückbleibt“. (S. 24.). Mit diesen Daten ist, wie ich glaube — zur Genüge jenes von Stanković gekennzeichnete Mißverhältnis zwischen Plankton- und Fischproduktion erwiesen und das Problem für die weitere Erforschung dieses Sees gestellt. Es ist zu erwarten, daß quantitative Untersuchungen über die Bodentierwelt das meiste zu seiner Lösung beitragen werden.

ZUR OLIGOTROPHIE DES SKADAR (SKUTARI)-SEES

von

Siniša Stanković, Beograd.

In demselben Heft dieser Zeitschrift veröffentlicht G e s s n e r (1934) eine beachtenswerte Mitteilung über die produktionsbiologischen Verhältnisse des Skadarsees, eines der größten stehenden Karstgewässer der Balkanhalbinsel. Auf Grund seiner chemischen und Planktonuntersuchungen, die er gelegentlich einer Exkursion nach dem Skadargebiet während des VII. Limnologenkongresses 1934 in Jugoslavien ausführte, weist G e s s n e r darauf hin, daß der Skadarsee in produktionsbiologischer Hinsicht ganz eigenartige Verhältnisse bietet. Obwohl es seiner Lage und der Morphologie seines Beckens nach kaum zu erwarten wäre, erwies sich der See als oligotroph. Seine Oligotrophie ist durch die chemische Zusammensetzung des Wassers (P-, N-, Fe- und Si-Armut) sowie auch durch die niedrige Phytoplanktonproduktion gekennzeichnet. Die Oligotrophie des Skadarsees deutet G e s s n e r als Folge einer primären Nährstoffarmut (betreffend hauptsächlich P und N); da ähnliche Fälle der oligotrophen Seen mit primärer Nährstoffarmut nach G e s s n e r am seltensten zu finden sind, stellt der Skadarsee ein interessantes Beispiel dar, das weiteren Untersuchungen wert wäre. Doch weist der Skadarsee auch andere eigenartige produktionsbiologische Besonderheiten auf. „Sind also die produktionsbiologischen Verhältnisse des Skadarsess schon an und für sich dadurch interessant, daß sie weder mit der Lage noch der Morphologie dieses Seebeckens übereinstimmen, so werden sie geradezu zum Rätsel, wenn man die Fischproduktion dieses Gewässers heranzieht“. (G e s s n e r). Der relativ hohe jährliche Fischertrag des Sees, nach einer im Jahre 1918 von E. D o l j a n zusammengestellten Statistik errechnet (etwa 15 bis 30 kg pro Ha), steht in keinem Einklang mit der Oligotrophie des Sees, und G e s s n e r hebt das auffällige Mißverhältnis zwischen Plankton- und Fischproduktion, zwischen Oligotrophie und relativ hohen

Fischertrag des Sees hervor. Es liegt darin ein wichtiges produktionsbiologisches Problem, „welches eine weitere Erforschung als dringend erwünscht erscheinen läßt“. Gessner gibt der Hoffnung Ausdruck, daß quantitative Untersuchungen über die Bodentierwelt des Sees das meiste zur Lösung dieses Problems beitragen werden.

Die interessante Mitteilung Gessner's, die auch gewisse wichtige regional-limnologische Fragen des Karstes berührt, gibt mir die Anregung, meine Erfahrungen über die limnologischen Eigentümlichkeiten des Skadarsees hier kurz mitzuteilen, um eine erschöpfendere Charakterisierung dieses interessanten Sees zu gestatten. Es sei gleich betont, daß es sich hier eigentlich um die viel allgemeinere regionale Probleme der Karstlimnologie handelt. Die Karstseen, wohl auch andere Karstgewässer des Mittelmeergebietes, stellen ganz auffallende regionale Erscheinungen dar, die von den Gewässern gemäßigter und tropischer Gebiete sowohl klimatisch als auch erd- und bodenkundlich stark abweichen. Die Entstehung und die Morphologie des Beckens der Karstseen, ihre Hydrographie und ihr Wasserhaushalt sind gewiss als spezifische Karsterscheinungen zu betrachten, die, zusammen mit dem Klima und der Breitenlage, den Stoffwechsel dieser Seen bedingen. Der ganze Stoffkreislauf und sein Mechanismus in diesen Seen steht unter einem anderen Faktorenkomplex, als es in den Seen der gemäßigten Breiten der Fall ist. Die produktionsbestimmenden Faktoren und ihre Haushaltart der meist stark astatischen Karstseen bieten ein ganz anderes Bild als in den limnologisch gut untersuchten Gebieten Mittel- und Nordeuropas. Es sei hier nur auf die Temperatur-, Licht- und der Nährstoffhaushalt hingewiesen. Deswegen lassen sich gewisse, an den mehr oder weniger harmonischen Seen gemäßigter Breiten ausgearbeitete typologische Begriffe nicht ohne weiteres auf die Karstseen anwenden; zum mindesten reichen sie gar nicht aus, um diese Seen limnologisch genau zu charakterisieren. Dazu noch, stellen die Karstseen zur Zeit ein limnologisch fast unberührtes Gebiet dar. Die bisherigen Untersuchungen der Karstgewässer beziehen sich vorwiegend auf die Fragen der reinen Hydrographie. Deswegen harrt die limnische Typologie der Karstgebiete, wohl auch jene der ganzen Mittelmeerregion, noch ihres Ausbaues.

Der Skadarsee stellt einen typischen Karstsee dar, dessen produktionsbiologische Merkmale, noch fast unbekannt, nur

regional zu verstehen sind. Sein Studium hebt u. a. drei folgende Fragen auf:

1. Läßt sich die Disharmonie der erwähnten Teilproduktionen (Plankton- und Fischproduktion) dieses Sees auch in der Produktion der Bodenfauna beobachten?

2. Ist die Oligotrophie, sowie das Mißverhältnis der Teilproduktionen des Skadarsees eine Ausnahme oder stellen sie eine regionale Erscheinung dar?

3. Ist die beobachtete Oligotrophie des Skadarsees als primäre oder als eine Folge der die Produktion hemmenden Faktoren im Sinne der Alkalitrophie (N a u m a n n) zu deuten?

Im Folgenden möchte ich die oben gestellten Fragen zu beantworten versuchen, soweit es die bisherigen äußerst spärlichen Kenntnisse über die Karstlimnologie gestatten.

Der Boden des Skadarsees und seine Besiedelung.

Während des Sommers 1928 (September) hatte ich Gelegenheit, die Bodenfauna des Skadarsees quantitativ zu untersuchen. Es wurde dabei ein Bodengreifer nach B i r g e - E k m a n (225 cm² Fangfläche) verwendet und insgesamt 48 Bodenproben an verschiedenen Punkten (hauptsächlich im nördlichen und im mittleren Teile) des Sees genommen. Die Durchmusterung der Proben ergab folgendes Resultat (s. Tabelle):

Zahl der Proben	Tiefenzone	Chironomidenlarven		Oligochäten		Gasteropoden		Übrige		Gesamt	
		Zahl Ind./m ²	Gewicht mg./m ²	Zahl Ind./m ²	Gewicht mg./m ²	Zahl Ind./m ²	Gewicht mg./m ²	Zahl Ind./m ²	Gewicht mg./m ²	Zahl Ind./m ²	Gewicht (ohne Gasteropoden) mg./m ²
		14	0-2m	759	1269	879	1279	—	—	31	40
15	2-4m	133	106	386	844	164	?	13	6	703	956
19	4-7m	164	138	284	608	524	?	20	10	972	756
48	Mittel	328	457	488	880	248	?	22	20	1086	1357

Es wird hier nicht näher in die qualitative Zusammensetzung der Bodenfauna eingegangen, da sie mehr tiergeographisches Interesse hat. Regional-limnologisch scheint besonders das von Z a v ř e l (1932) studierte Chironomidenmaterial dieser Proben interessant zu sein. Z a v ř e l fand in diesem Material, neben einigen anderen Formen (*Chironomus ignotus*, *Cryptochironomus defectus*,

Polypedilum-Arten, *Clinotanypus* und *Tanitarsus* — „Attersee“), zwei *Microchironomus*-Arten, *conjugens* und *laccophilus*, die auch in mehreren anderen Balkanseen (Ohrid, Prespa, Dojran) vorkommen. Nach Zavřel scheint „die Verbreitung beider *Microchironomus*-Arten in den Balkanseen mit ihrem Trophiegrade parallel zu gehen“. So überwiegt die Art *laccophilus* in dem stark eutrophen Dojransee entschieden; dagegen tritt sie in dem oligotrophen Ohrid- und Prespasee ganz zurück, während die zweite Art, *conjugens* stark überhand nimmt. Auch im Skadarsee überwiegt die Art *conjugens* und stellt hier die leitende Chironomidenform vor (nach Zavřel in 63,8% aller Fänge vertreten). Ob diese *Microchironomus*-Arten für die typologische Kennzeichnung der balkanischen Seen wirklich ausgewertet sein können, bleibt z. Z. noch dahingestellt; es ist immerhin hervorzuheben, daß die für den oligotrophen Ohrid- und Prespasee charakteristische Art, *conjugens*, die leitende Chironomidenform des Skadarsee darstellt.

Neben den Chironomiden, Oligochäten und Gasteropoden, umfaßt der als „Übrige“ bezeichneter Teil der Bodenfauna noch die in den Proben mehr vereinzelt vertretenen Acarinen, Hemipteren, Trichopterenlarven, Hirudieen, Lamellibranchiaten (*Dreissensia* und *Pisidium*), Nematoden und Mysideen (*Diamysis*). Merkwürdigerweise fehlen in den Proben die Amphipoden und die Isopoden vollkommen, die aber in der litoralen Pflanzenzone beobachtet wurden. Leider war es fast unmöglich in dieser Zone quantitativ zu arbeiten.

Was die quantitative Verteilung der Bodentierwelt betrifft, so ist aus der obigen Tabelle Folgendes zu entnehmen:

In allen Tiefenzonen des sonst sehr seichten Sees überwiegen die Oligochäten, sowohl betreffs der Zahl der Individuen als auch des Gewichtes. Die Chironomidenlarven nehmen die zweite Stelle ein, obwohl sie in den obersten Zonen den Oligochäten nicht nachstehen. Die Gasteropoden und besonders die Vetreter der anderen Gruppen treten stark zurück, hauptsächlich in Bezug auf die Zahl der Individuen.

In vertikaler Hinsicht, stellt die oberste (0—2 m) Zone entschieden die am reichsten besiedelte Zone dar, mit durchschnittlich 1669 Ind/m² und mehr als 2,5 gr/m² (ohne Gasteropoden). Diese Werte sind wohl als Mindestwerte anzusehen, da die Proben aus der seichten Litoralzone hauptsächlich von den pflanzenfreien Stellen stammen. Die Unmöglichkeit, die Proben zwischen den

Wasserpflanzen sowie auch am groben Geröll- und Steinboden zu nehmen, erklärt die scheinbare Abwesenheit der Gasteropoden und der *Dreissensia* in dieser Zone, da diese Tiere sowohl zwischen den Wasserpflanzen als auch an den Litoralsteinen regelmäßig beobachtet wurden. Dasgleiche gilt für die Amphipoden und die Isopoden, die vorwiegend in der litoralen Vegetationszone vorzukommen scheinen.

Die ganze übrige, ungeheuer große Bodenfläche der tieferen Zonen (2—7 m) ist viel dünner besiedelt, mit weniger als 1000 Ind/m², bzw. weniger als 1 gr/m². Eine etwas größere Zahl der Ind/m² in der tiefsten Zone (4—7 m; 972 gegenüber den 703 der 2—4 m Zone) kommt von den Gasteropoden, die in dieser Zone besonders zahlreich vorkommen (524 Ind/m²).

In horizontaler Hinsicht, ist die Bodenfauna der tieferen Zonen (2—7 m) ziemlich gleichmäßig verteilt. Lokale Verschiedenheiten in der Verteilung der Bodenfauna lassen sich nur in der seichten litoralen Zone beobachten. Abgesehen von den oben erwähnten, nicht näher untersuchten Stellen, zeigen die Proben aus dem nord-östlichen sehr seichten Teile dieser Zone viel höhere Zahlen, besonders an den Punkten nahe der Mündungen der Morača (bei Insel Vranjina) zeigen 3063 bis 4470 Ind/m², bzw. 4,884 bis 8,658 gr/m² (hauptsächlich Chironomidenlarven). Ähnliche Zahlen sind auch in den Proben vor der Mündung der Plavnica zu beobachten. Dieser ganze nord-östliche Teil des Sees hat ein flaches und im Winter regelmäßig überschwemmtes Ufer, das sich in die große Zeta-Ebene erstreckt. Der westliche Teil der Litoralzone des Sees, dessen Ufer vorwiegend felsig ist, weist dagegen eine bei weitem spärlichere Besiedelung auf, deren Zahlen oft unter den Mittelwerten (s. Tabelle) liegen.

Aus den mittleren Besiedelungswerten aller Tiefenzonen (s. Tabelle), die kaum 1000 Ind/m², bzw. 1,3 gr/m² übersteigen, geht klar hervor, daß der Boden des Skadarsees, und zwar im Sommer, relativ dünn besiedelt ist. Noch kleinere Werte hat Rössler (1931), gelegentlich einer im Jahre 1931 ausgeführten fische-reichen Untersuchung des Sees, gefunden (239 bis 691 Ind/m²; Juni).

Gewiß sind die gefundenen Mittelwerte nur mit Vorbehalt zu nehmen, da sie sich zuerst nur auf eine beschränkte Jahresperiode beziehen. Außerdem wurden ganz beträchtliche Bodenflächen, besonders im nord-westlichen und nördlichen seichten

Teile des Sees, die mit überaus üppiger Wasservegetation bewachsen sind (s. Fig. 1), aus technischen Gründen nicht näher untersucht. Der dichte und stellenweise relativ breite Vegetationsgürtel umfaßt besonders die Mündungen der Zuflüsse; auch die am südwestlichen Ufer gelegenen Buchten sind mit Vegetation bewachsen. Besonders stark ausgebildet sind die meist zonenmäßig verteilten Bestände von Wasserrosen (*Nymphaea*, *Nuphar*) und *Trapa natans*. Seewärts folgt die Zone der untergetauchten Pflanzen mit folgenden, gelegentlich beobachteten Arten: *Potamogeton fluitans*, *perfoliatus*, *crispus* und *natans*; *Ceratophyllum demersum*,

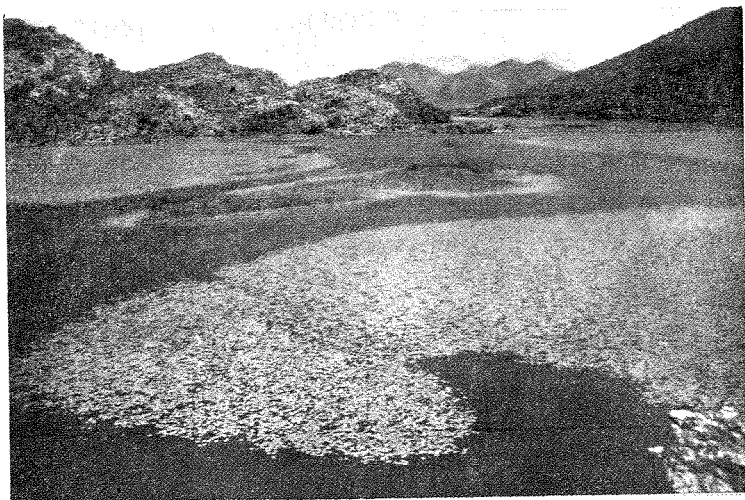


Fig. 1. Litorale Vegetationsbestände im nördlichen Teile des Skadarsees.

Myriophyllum verticillatum u. a. Inwieweit diese Pflanzenzone mit Tieren besiedelt ist, entzieht sich meiner Kenntnis; immerhin dürfte dieser wichtige Teil des Litorals eine sowohl quantitativ wie qualitativ (u. a. Amphipoden, Isopoden, Insektenlarven; *Dreissensia* und Gasteropoden) reichere Fauna beherbergen.

Mit diesen Einschränkungen läßt sich die Bodentierwelt des Skadarsees als quantitativ arm bezeichnen; die ermittelten Werte zeigen offenbar, daß die Besiedlungsdichte des Bodens sich innerhalb der üblichen Grenzen der Oligotrophie hält. Das gewonnene Bild der tierischen Bodenbesiedelung scheint also in gutem Einklang mit der beobachteten Nährstoffarmut des Wassers und mit der geringen Phytoplanktonproduktion zu stehen.

Ebenswohl scheint dieses Bild sich in Einklang mit der Natur der Bodenablagerungen bringen zu lassen.

Die rezenten Sedimente des Skadarsees, — wohl auch jene anderer Balkanseen, — sind bisher nicht näher untersucht. Eine kurze Zusammenfassung meiner flüchtigen diesbezüglichen Beobachtungen scheint für das Verständnis der Bodenbesiedelung nicht ohne Interesse zu sein.

Obwohl der Skadarsee keine Tiefenregion zeigt, lassen sich die pelagischen Ablagerungen von den litoralen gut scheiden. Diese letzteren kenne ich besonders aus dem nördlichen Teile des Sees, mit flachen und teilweise sogar während der Trockenzeit versumpften Ufern, wo mehrere z. T. stärkere Zuflüsse (Rijeka, Morača, Plavnica) münden. Die Untersuchung mehrerer Bodenproben zeigt, daß die litoralen Ablagerungen dieses Seeteiles vorwiegend aus minerogenen Komponenten (gröbere oder feinere Sandpartikelchen) bestehen. Natürlich handelt es sich hier um die, die Tiefe von 15 cm nicht übertretenden Oberflächenschichten. Zwischen den organogenen Komponenten, deren Beimischung lokal relativ beträchtlich sein kann, überwiegen die gröberen Pflanzenfragmente. Planktogene Bestandteile sind so gut wie gar nicht vorhanden. So zeigt der reichliche Siebrest mehrerer Proben nahe der Mündung des Morača-Flusses folgende organogene Elemente: sehr viele grobe Laubfragmente der Landpflanzen (*Quercus pubescens*, *Fagus*, *Salix*); Fragmente von *Potamogeton*, *Ceratophyllum*, *Trapa* und Moosen; grober Pflanzendetritus (allochthoner und litorigener Herkunft). Kottballen sind sehr selten; ausserdem sind Reste von Diatomeen (*Melosira*, *Navicula*, *Amphora*, *Epithemia*, *Cymbella*, *Pleurosygma* u. a.) in den Proben sehr spärlich vertreten.

Auch die pelagischen Ablagerungen sind durch eine ganz überwiegende Masse von minerogenem Material gekennzeichnet, das vorwiegend aus feinen und sehr feinen Partikelchen (Ton- und Staubgröße?) besteht. Durch ihr hellgraues Aussehen und feste, tonartige Konsistenz in lufttrockenem Zustande, machen diese Ablagerungen auf den ersten Blick den Eindruck von fast reinem Ton. Mikroskopisch zeichnen sie sich durch große Armut an organogenen Komponenten aus. Neben der relativ reichlicheren Beimischung von litorigenem (manchmal auch allochthonem Pflanzendetritus, beobachtet man ganz spärliche Mengen von amorphem Detritus, dann ebensowohl ganz geringe Reste von Diatomeen-

schalen (*Navicula*, *Pinnularia*, *Melosira*, *Cyclotella*). Von zoogenen Komponenten kommen nur seltene Reste von Ostrakodenschalen zum Vorschein. Kotballen sind etwas zahlreicher vorhanden als in den litoralen Ablagerungen. Die sehr kleinen Mengen von organogenem Material verleihen kaum den pelagischen Ablagerungen des Skadarsees das Aussehen des eigentlichen limnischen Faulschlammes.

Die Armut der Bodenblagerungen des Skadarsees an organischen Stoffen tritt noch mehr zum Vorschein, wenn man ihre chemische Zusammensetzung untersucht. H. Dr. S. Nikolić, Beograd, hatte die Liebenswürdigkeit, eine pelagische Sedimentprobe aus dem Skadarsee (Tiefe 7 m) nach organischer Substanz-, CaO- und Fe-Gehalt zu untersuchen. Er fand dabei (in %):

Organische Substanz	
(als Humus berechnet)	2,71
CO ₃	11,00
Fe	2,64

Die pelagischen Sedimente des Skadarsees sind also relativ sehr arm an organischer Substanz, jedenfalls ebenso arm als die Tiefensedimente des Bodensees (Hummel, 1923) oder jene des Plattensees (Emszt, 1911). Auffallend ist die Tatsache, daß auch die litoralen Ablagerungen des Skadarsees durchschnittlich noch kleineren Gehalt an organischer Substanz aufzuweisen scheinen. Carikov (1930) hat gelegentlich seiner bodenkundlichen Untersuchungen im Skadargebiete mehrere litorale Bodenproben des Sees chemisch untersucht. Ich führe hier seine, für uns wertvollen Befunde an (alle Proben stammen aus den verschiedenen Punkten des nordöstlichen litoralen Teile des Sees).

Aus den obigen Zahlen ist leicht zu entnehmen, daß — abgesehen von den zwei letzten Probennummern mit ungewöhnlich hohem Gehalt an Humus (Azonaler Torfboden in der Bucht von Hum), — der Gehalt der litoralen Sedimente anorganischen Stoffen niedrig ist; nur lokal (№ 3) kann dieser Gehalt etwas höher sein, nämlich in der Nähe der Plavnica-Mündung. Gerade an diesen Punkten zeigt die Besiedelungsdichte der Bodenfauna höhere Werte (s. Tabelle, S.71). Übrigens sind die obigen Analysen noch in einer anderen Hinsicht vom Interesse. Der Gehalt aller untersuchten Ablagerungen des Skadarsees an kohlensaurem Kalk (nach dem CO₂-Gehalt berechnet) ist relativ groß sowohl in den litoralen als auch in der pelagischen Region. Der Gehalt an CO₂

Station und Tiefe der Bodenschichten	H ₂ O hydr.	Hu-mus	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CO ₂	pH
№ 1							
0—50 cm	1,73	0,947	0,142	0,129	0,071	13,021	8,2
50—100 "	2,15	0,908	0,179	0,139	0,205	11,542	8,3
100—200 "	2,04	1,055	0,143	0,133	—	13,316	8,4
№ 2							
0—25 cm	2,10	1,094	0,125	0,127	0,147	17,051	8,4
25—50 "	1,73	1,052	0,116	—	—	16,201	8,6
50—75 "	2,02	1,074	0,116	0,127	0,151	15,507	8,5
75—100 "	1,73	0,863	0,116	—	—	26,552	8,6
100—125 "	1,42	1,091	0,107	0,124	0,155	19,422	8,4
№ 3							
0—25 cm	4,12	3,337	0,474	0,106	0,173	9,943	8,2
25—50 "	5,70	3,433	0,425	0,106	0,317	1,374	7,1
50—75 "	5,79	2,844	0,481	—	—	1,296	7,2
75—100 "	7,48	6,455	0,828	0,109	0,249	2,714	7,4
№ 4							
0—25 cm	4,67	1,771	0,219	0,091	0,270	5,390	8,5
25—50 "	2,86	1,229	0,126	—	—	14,811	8,5
50—75 "	3,52	1,092	0,163	0,115	0,208	10,145	8,5
75—100 "	4,28	0,733	0,182	—	—	8,160	8,5
100—125 "	4,36	1,299	0,204	0,118	0,209	8,036	8,2
№ 5							
0—30 cm	7,61	4,117	0,772	0,272	0,540	3,766	6,9
30—60 "	5,26	0,980	0,166	0,191	0,349	3,474	8,2
60—90 "	5,41	0,915	0,166	—	—	3,557	8,1
90—125 "	4,04	0,816	0,109	0,185	0,242	7,282	8,2
№ 6							
0—35 cm	13,63	17,625	2,127	0,065	0,379	3,400	6,9
35—70 "	4,97	1,780	0,266	0,116	0,234	8,003	8,0
70—105 "	5,26	1,400	0,221	—	—	6,053	7,7
105—140 "	6,16	1,625	0,324	0,115	0,287	6,635	8,0
140—180 "	5,63	1,355	0,240	—	—	5,413	8,2

im Litoralboden schwankt von 3,4 bis 17,051^{0/0} (und sogar bis 26,552^{0/0}) in den tieferen Bodenschichten), was einem Karbonatgehalt von etwa 7 bis 38,75^{0/0} (bzw. bis 60,37^{0/0}) entspricht. Auch die pelagischen Ablagerungen zeigen einen Karbonatgehalt von 24,97^{0/0}. Die Bodenablagerungen des Skadarsees sind also als mergelartige Gebilde zu betrachten, was für einen Karstsee nicht überrascht. Zu erwähnen sind auch die schon früher beschriebenen Molluskenkalke (1933), im Litoral des Skadarsees; ich kenne solche Böden besonders im süd-westlichen Teile des Sees, wo die Menge der Molluskenschalen (besonders Schalengrus von *Dreissensia*) bis 7738 gr/m² steigen kann. Reine Seekreide wurde

in den Oberflächenschichten des Seebodens nicht beobachtet; Carikov fand tief im Boden (6 m Bodentiefe) der Bucht von Hum bis 80% Karbonatgehalt.

Gewiß sind die hier angeführten Eigenschaften der Bodenablagerungen des Skadarsees als ganz vorläufige Angaben zu nehmen. Immerhin reichen sie aus, um diese Ablagerungen als minerogene, sehr kalkhaltige und an organischen Stoffen arme Gebilde zu bezeichnen; die anorganischen Komponenten von hauptsächlich allochthonen organogenen (nämlich planktogenen) Bestandteile ganz zurücktreten. Solche Eigenschaften des Skadarsee-Bodens stehen mit dem entworfenen Bild der Bodenbesiedelung offenbar in Einklang.

Wir sind somit zu dem Ergebnis gekommen, daß das sommerliche Bild des Bodens des Skadarsees und seiner Besiedelung analoge oligotrophe Züge zeigt, gleichwie der Nährstoffgehalt des Wassers selbst und die Planktonproduktion. Auch der Reichtum aller Tiefenschichten des Wassers an Sauerstoff spricht für den oligotrophen Charakter des Sees. Umsomehr scheint der relativ große Fischertrag des Skadarsees in einem, auf den ersten Blick rätselhaft erscheinenden Mißverhältnis mit dem Trophiegrad des Sees zu stehen. Dieses Mißverhältnis soll nun näher besprochen werden.

Sowohl die von E. Doljan im Jahre 1918 ausgearbeitete Fischereistatistik des Skadarsees als auch spätere, von mir (1929) und von Rössler (1931) veröffentlichte Zahlen, beruhen auf keinen zuverlässigen Angaben. Doljan berechnet den jährlichen Fischertrag auf 600—800.000 kg, bzw. 15 bis 30 kg pro ha. Nach Rössler beträgt dieser, für das Jahr 1927, etwa 850.000 kg, bzw. 24 kg pro ha. Nach meinen, ganz unsicheren Angaben, stellen die durchschnittlichen entsprechenden Zahlen für die Jahren 1926 und 1928 einen Jahresertrag von etwa 600.000 kg, bzw. 16 kg pro ha vor. Auf Grund aller diesen Angaben können wir, mit größtem Vorbehalt, einen durchschnittlichen jährlichen Fischertrag des Skadarsees auf rund 20 kg pro ha berechnen. Von dieser Ziffer entfallen mindestens 60 bis 70% auf die Uklei (*Alburnus scoranza* Heck.), deren Ernährung, — die zwar noch nicht untersucht ist, — vermutlich in hohem Maße planktonisch sein muß. Wenn man das Verhältnis zwischen der Bodenbesiedelung und dem Fischertrag (vorläufig ohne Uklei) berechnet (F/B

Koeffizient im Sinne Alim's), so ergibt sich ein sehr hoher Quotient von ungefähr $\frac{1}{2}$. Mit allem Vorbehalt, zeigt dieses, gewiss auf Grund ungenügender Angaben berechnetes Verhältnis, daß die Bodentierwelt des Skadarsees in höchstem Maße von der Fischen ausgenutzt werden muß, was für einen seichten See nicht überrascht (Vgl. auch Lundbeck, 1926). Deshalb müssen wir die gefundenen Werte der Bodenbesiedelung des Skadarsees mit dieser Einschränkung deuten, um eine richtige Vorstellung der Bodenproduktion dieses Sees zu bekommen. Die Menge der von den Fischen aufgenommenen Bodentiere ist augenblicklich eine unbekannte Größe, die aber ganz beträchtlich sein muß. Daß

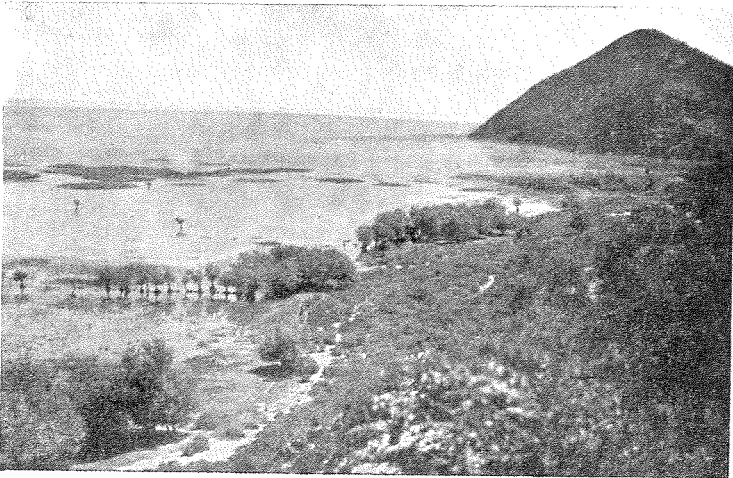


Fig. 2. Die überschwemmte n. w. Uferteile des Skadarsees.

sie aber allein genügt, den Fischreichtum des Sees zu erklären, ist schwer anzunehmen. Jedenfalls müssen wir noch mehrere andere Momente in Betracht ziehen. Zumal ist noch nichts näheres über die tierische Besiedelungsdichte der litoralen Vegetationszone des Sees bekannt, die doch größer als jene der freien Seebodenfläche zu sein scheint. Es kann angenommen werden, daß eine bedeutende Menge von Fischen sich hauptsächlich in dieser Zone ernährt.

Weiter ist hervorzuheben, daß der Skadarsee ausgesprochen astatisch ist. Das Niveau des Sees unterliegt im Laufe des Jahres starken Schwankungen (um etwa 5 bis 6,5 m). Ebenso schwankt auch sein Umfang in hohem Maße. Die Überschwemmung der

flachen und teilweise sumpfigen Uferteile des Sees, die durchschnittlich 6 Monate (November-Mai) dauert, vergrößert seine Fläche um rund 10.000 ha (s. Fig. 2). Die auf dieser weiten Fläche während der Überschwemmung produzierte Menge an Nährtieren kommt zweifellos dem Fischbestande des Sees zu gute.

Durch alle diese Erwägungen erscheint das besprochene Mißverhältnis zwischen Fischertrag und Trophiegrad des Sees stark gemildert, wenn auch nicht ganz aufgehoben. Zweifellos ist der Fischertrag des Skadarsees, im Verhältnis zu dem sommerlichen Bild anderer Teilproduktionen als relativ hoch zu bezeichnen; er stellt aber unter den flachen Karstseen des dinarischen Gebietes keine Ausnahme vor, was sogleich gezeigt werden soll.

Bodenbesiedelung und Fischproduktion anderer flacher Karstseen.

Zum Vergleich mit den produktionsbiologischen Verhältnissen des Skadarsees, nehme ich vier nachstehend angeführte flache größere Karstseen, die ich besonders bezüglich ihrer Bodenfauna zu untersuchen Gelegenheit hatte. Alle diese Seen, deren ganz geringe mittlere Tiefe nicht mehr als 3 m beträgt, lassen sich ohne weiteres mit dem Skadarsee vergleichen. Sowie dieser letztere, stellen auch diese Seen mehr oder weniger typische Polje-Seen, d. h. ständig überschwemmte Karstpoljen vor. Auch diese Seen sind durch starke Schwankungen der Wasserführung gekennzeichnet, und ihre Ausdehnung schwankt im Laufe des Jahres sehr beträchtlich. So z. B. haben die zwei, in der großen Krupa-Niederung (untere Neretva, Herzegovina) liegenden benachbarten Seen, *Deransko* und *Svitavsko*, bei dem niedrigen Wasserstand (Hochsommer) eine Ausdehnung von nur 487 (*Deransko*), bzw. kaum mehr als 50 ha (*Svitavsko*) und, — abgesehen von mehreren schlundlochartigen Vertiefungen („oka“ genannten), — eine Tiefe, die nicht 3—4 m übersteigt. Im Winter dagegen, als Folge des Anschwellens zahlreicher Karstquellen an den Seerändern („oka“), steigt das Wasser beider Seen und überflutet den größten Teil der Krupa-Niederung. Zu dieser Zeit verbinden sich die beiden Seen zu einer einheitlichen Wasserfläche, die fast 3800 ha umfaßt. „Auch die Hochfluten der Neretva sind imstande, die ganze Ebene für kurze Zeit noch viel höher unter Wasser zu setzen“ (Daneš, 1905). Zu Beginn des Sommers schrumpft diese große Wasser-

fläche zu mehreren nicht beständigen Sümpfen, und zu den zwei genannten Seen zusammen, die die Krupa (Neretvazufluß) entwässert.

Auch die zwei anderen Seen zeigen sehr große Schwankungen ihrer Wasserführung. Der Proložac-See liegt im nordwestlichen Teile des Polje von Imotski (Dalmatien); nach Gavazzi (1904) mißt er in niederschlagsreichen Jahren bis 450 ha. Im Hochsommer sinkt seine Fläche auf 333 ha und auch weniger (170 ha). In trockenen Jahren „verliert sich das Wasser so weit, daß vom See nur einige Lachen und der Brunnen (im Norden) bleiben“ (Gavazzi, 1904). Die mittlere Tiefe des Sees beträgt, nach Gavazzi, 2,7 m; nur der brunnenförmige nördliche Teil (ständig überschwemmte Doline) des Sees mißt eine Tiefe von mehr als 40 m. Der See wird außer durch die Karstquellen, besonders durch einen periodischen Bach gespeist, der im Sommer trocken liegt.

Bei dem Petersko-See, der im nordwestlichen Teile des großen Eordäa-Beckens (griechisch Mazedonien) liegt, und etwa 400 ha einnimmt (Tiefe 3 m), steigt das Wasserniveau um mehr als 2 m (Cvijić, 1911).

Es handelt sich also hier um offenbar astatische Gewässer, die für das Karstgebiet typisch sind, und denen auch der Skadarsee gehört.

Die folgende Tabelle gibt Auskunft über die Bodenbesiedelung dieser Seen im Sommer.

SEE	Zahl der Proben		Tiefenzone	Chironom. Larven		Oligochäten		Mollusken		Übrige		Gesamt	
	Zahl	Größe in ha		Zahl	Gewicht mg/m ²	Zahl	Gewicht mg/m ²	Zahl	Gewicht mg/m ²	Zahl	Gewicht mg/m ²	Zahl	Gewicht mg/m ²
Deransko	12	487	0-3 m	355	319	622	2121	89	?	151	62	1217	2502
Svitavsko	6	30	0-2 m	178	546	133	888	—	—	—	—	311	1434
Petersko	19	415	0-3 m	906	972	977	1390	—	—	22	22	1905	2384
Proložac	14	383	0-10 m	728	1953	2247	3951	—	—	43	178	3018	6082

Auch in diesen Seen, — mit der Ausnahme von Proložac, — ist die sommerliche Bodenbesiedelung als relativ dünn zu bezeichnen. Wie im Skadarsee, dominieren hier die kleinen Oligochäten

und Chironomidenlarven; in den zwei letzten Seen (Petersko und Proložac) wurden auch *Plumosus*-Larven beobachtet, die in den zwei ersteren, sowie auch im Skadarsee gänzlich zu fehlen scheinen.

Am meisten interessanten Verhältnisse bieten die zwei ersten Seen, Deransko und Svitavsko dar. Mit überaus üppiger Vegetation bewachsen (*Phragmites*, *Typha*, *Juncus* und besonders *Nuphar*; s. Abb. 3; auch *Potamogeton*- und *Myriophyllum*-Wiesen), die nur kleinere freie Wasserflächen läßt, zeigen diese Seen ganz klares, bis zum Grunde (3—4 m) durchsichtiges Wasser, die in

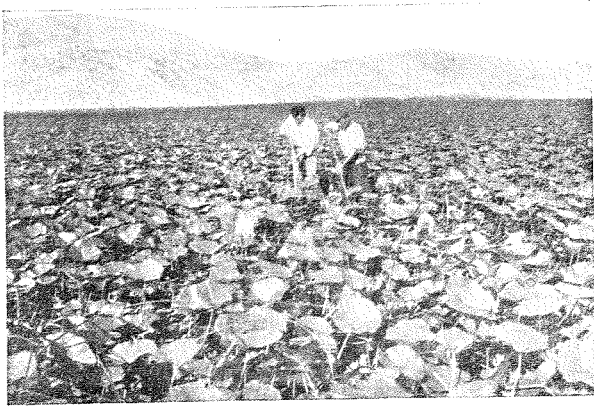


Fig. 3. *Nuphar*-Bestand im Svitavsko-See.

allen Schichten sauerstoffreich ist. Die Bodenablagerungen sind besonders durch den groben Pflanzendetritus gekennzeichnet; auch feiner Sand ist lokal zu beobachten. Das Nährstoffgehalt wird leider nicht untersucht; jedenfalls ist das Phytoplankton nach Protić's (1925) und meinen Beobachtungen im Sommer quantitativ überaus arm entwickelt. Die beiden Seen sind als oligotroph zu bezeichnen, und doch sind sie relativ fischreich (Karpfen, Aale). Es liegen leider keine zahlenmäßigen Angaben über dem jährlichen Fischertrag; man kann ihn doch auf mindestens 20 kg pro ha schätzen. Jedenfalls ist das Mißverhältnis zwischen dem Fischreichtum und der beobachteten tierischen Bodenbesiedelung noch auffallender als im Skadarsee.

Etwas anders liegen die Verhältnisse bei den zwei anderen Seen, Petersko und Proložac. Diese zwei Seen sind unterirdisch entwässert; ihr Wasser ist relativ wenig durchsichtig (Sichttiefe in Petersko 40 cm, in Proložac 80 cm), wenn auch nicht deutlich

vegetationsgetrübt. Der Sauerstoffgehalt nimmt in den grundnahen Wasserschichten merklich ab. Das Phytoplankton ist reichlicher entwickelt als in den zwei vorigen Seen. Die pelagischen Bodenablagerungen, nicht näher untersucht, scheinen auch hier, wie im Skadarsee, hellgrauen, mergelartigen Schlamm darzustellen.

Früher (1931) habe ich den Peterskosee, zusammen mit anderen flachen ägäischen Seen, als (schwach) eutroph bezeichnet, unter anderem auch wegen seinem Fischreichtum, der rund 20 kg/ha jährlich beträgt. Gewiß neigt dieser See, sowohl der Proložac, zur Eutrophie. Doch läßt sich auch im Peterskosee analoges Mißverhältnis zwischen dem Fischertrag und dem sommerlichen Bild der Bodenbesiedelung beobachten. Die Neigung zur Eutrophie dieses Sees läßt sich übrigens durch die gleichen regionalen Ursachen, die die Eutrophie anderer ägäischen Seen bedingen, erklären: er liegt inmitten eines alten großen, ausgetrockneten Seebeckens, deren Boden mit alten, fruchtbaren lakustrischen Sedimenten bedeckt ist. Dazu noch wird der Peterskosee, abgesehen von einigen Karstquellen, durch den kleinen Fluß Zelenička, der aus dem stark eutrophen benachbarten Rudnik-See ausfließt, gespeist.

Den Fischertrag des Proložac-Sees kenne ich nicht. Dieser See neigt auch zur Eutrophie. Sehr wahrscheinlich ist seine höhere Trophiestufe kulturbedingt (Anschwemmungen der bearbeiteten Feldern, Viehtränken u. a.). --

Aus dem gesagten geht klar hervor, daß der große Fischreichtum des Skadarsees, bei der gleichzeitiger verhältnismäßig lichter Plankton- und Bodenbesiedelung keine Ausnahme im Karstgebiet darstellt. Auch andere flache Karstseen sind fischreich und ihr Fischertrag scheint in einem Mißverhältnis zu ihrer Bodenbesiedelung zu stehen. Jedoch erscheint dieses Mißverhältnis stark gemildert, wenn man alle, im vorigen Kapitel besprochene Erwägungen in Betracht zieht. Periodische Uferüberschwemmungen bei den flachen Karstseen einerseits, großer Fischfraß andererseits, verzerren stark das gewonnene Bild ihrer tierischen Bodenbesiedelung, das übrigens nur ein sommerliches Momentbild und keine Jahresproduktion darstellt.

Ich bin geneigt den großen Fischreichtum des Skadarsees, sowie auch anderer flachen Karstseen, vor allem als eine regional bedingte Erscheinung zu betrachten. Er mag ein Ausdruck der besonderen produktionsbiologischen Verhältnisse dieser Seen

sein, deren restlose Erklärung bei der heutigen äußerst spärlichen Kenntnisse nicht möglich erscheint, die aber nur auf regionaler Grundlage zu erreichen ist. Z. Z. möchte ich vor allem auf einen wichtigen regionalen Moment von allgemeiner Bedeutung hinzuweisen. Der Skadarsee, sowie auch andere flache Karstseen, befindet sich in dem mediterranen Klimagebiet, mit sehr mildem, feuchtem Winter und trockenem, heißem Sommer. Abgesehen davon, daß der ausgesprochen astatistische Charakter der Wasserführung dieser Seen durch die karsthydrographischen, und besonders durch die klimatischen Ursachen bedingt ist, sind ihre Temperaturverhältnisse ganz andere als jene der Seen gemäßigter Breiten. Während mehrerer Sommermonaten ist das Wasser dieser Seen stark erwärmt, was an die Verhältnisse der Tropenseen auffallend erinnert. So fand ich bei allen untersuchten Seen eine langdauernde Sommertemperatur in den bodennahen Schichten von über 20°C, und zwar von 22,5° (Petersko) bis 26,5° (Svitavsko). Die Oberflächentemperaturen sind entsprechend höher: 24,5° (Petersko) bis 26,9° (Svitavsko). Im Skadarsee sind die entsprechenden Zahlen (September, pelagische Region) 24,15° (7 m Tiefe, nahe des Bodens) und 26,15° C (Oberfläche). Die Wintertemperaturen sind nicht bekannt; sie müssen aber viel höher als in den flachen Seen gemäßigter Klimagebiete liegen.

Nun wissen wir, — und diese Tatsache tritt bei den modernen produktionsbiologischen Seenforschungen, besonders nach den in den Tropen gemachten Erfahrungen (vgl. Thienemann, 1931) immer mehr in den Vordergrund, — daß die Geschwindigkeit des Stoffumsatzes bei der Temperatursteigerung ganz erheblich wächst (Van Hoff'scher R. G. T. Regel). Aus dieser, für das Verständnis der produktionsbiologischen Verhältnisse der Gewässer grundlegenden Tatsache, gehen zwei wichtige und theoretisch begründete (vgl. Thienemann, 1931) Voraussetzungen hervor. Erstens muß der Gesamt Ablauf des Stoffwechsels in den Seen wärmerer Klimagebiete durch die höhere Intensität, d. h. durch die raschere Bildung und Auflösung der organischen Substanz gekennzeichnet werden, als es in den Seen kälterer Breiten der Fall ist. Zweitens muß die in derselben Zeitspanne produzierte organische Substanz in den erstgenannten Seen, ceteris paribus, entsprechend größer sein. Die beiden Voraussetzungen scheinen nach den bisherigen Ergebnissen der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition bei den Tropenseen erfüllt zu sein. Wie steht es in

dieser Hinsicht mit den untersuchten flachen Karstseen, die auch in einem wärmeren Klimagebiet liegen?

Bei den herrschenden Temperaturverhältnissen sind wir berechtigt anzunehmen, daß die temperaturbedingte Geschwindigkeit der Stoffkreislaufvorgänge in diesen Seen, im Verhältnis zu den Seen Mittel- und Nordeuropas, relativ stark gesteigert sein muß. So ist u. a. die relative Armut an organischer Substanz der Bodenablagerungen des Skadarsees großenteils als ein Ausdruck des schnelleren Stoffumsatzes zu deuten. Eine erheblich schnellere Aufschließung der sedimentierten organischen Substanz läßt sich auch in anderen südlichen Balkanseen, die ebenfalls in mediterranem Klimagebiet (ägäisches Gebiet) gelegen sind, beobachten. In dem überaus stark eutrophen Dojran-See (vgl. Stanković, 1931) zeigen die pelagischen Bodenablagerungen, trotz einer sehr intensiven planktogenen Sedimentierung (starke, langdaurende Wasserblüte!), einen Gehalt an organischer Substanz (als Humus berechnet) von nur 6,68% — was an die Verhältnisse in den Tropenseen erinnert, wo die Bodensedimente, dank einer schnellen Auflösung (Hummel, 1931), auch relativ arm an organischer Substanz sind.

Von diesen Betrachtungen ausgehend, erscheint das schon mehrfach erwähnte Mißverhältnis zwischen dem Fischertrag und der Plankton- bzw. Bodenproduktion des Skadarsees in einem anderen Licht. Worin besteht eigentlich dieses Mißverhältnis? Er besteht in einer quantitativ ausgedrückten Beziehung zwischen dem Fischertrag als Jahresproduktion berechnet und der nach einem augenblicklichen Zustandsbild berechneten Plankton- bzw. Bodentiermenge, die auffallend gering im Verhältnis zu dem Fischertrag erscheint. Ein derartiges Mißverhältnis läßt sich aber, nach Thienemann (1931; vgl. auch Busckiel, 1930) auch in den tropischen flachen Seen und Teichen zwischen der momentan vorhandenen Nährtiermenge und dem Fischertrag, bzw. Fischwachstum feststellen. Darf man dieses Verhältnis ohne weiteres als ein tatsächliches Mißverhältnis, d. h. als einen hohen jährlichen Fischertrag bei gleichzeitiger geringerer jährlicher Nährtierproduktion bezeichnen? Ich glaube kaum, jedenfalls was die untersuchten flachen Karstseen (wohl auch die tropischen Seen und Teiche) betrifft.

Wir berühren hier eigentlich die Frage nach den Beziehungen zwischen der Besiedelungsdichte und der Produktionshöhe

der Gewässer. Die Höhe der Produktion eines Biotopes ist aber nicht nur von der Besiedlungsdichte, sondern wohl auch von der Intensität des Stoffwechsels abhängig. In Anlehnung an die theoretischen Erörterungen Thienemann's (1931) sind wir berechtigt anzunehmen, daß in den Seen mit temperaturbedingtem schnellerem Stoffumsatz, eine höhere Produktion zusammen mit der relativ lichten Besiedelung gehen kann. „Dichte Besiedelung kann bei langsamem Wachstum, resp. langsamer Generationsfolge die gleiche Wirkung haben, wie lichtere Besiedelung bei raschem Wachstum oder rascher Generationsfolge“ (Thienemann, 1931). Das Verhältnis zwischen dem augenblicklichen (etwa sommerlichen) Bild der Besiedlungsdichte und dem jährlichen Ertrag der „Zwischenproduktion“ (Plankton- und Bodenproduktion), bzw. der „Endproduktion“ (Fischertrag) der wärmeren Seen muß daher ganz verschieden von jenem der Seen kälterer Klimagebiete sein. Überhaupt läßt sich dieser Verhältnis, — abgesehen von den schon mehrfach gemachten Versuchen (F/B Koeffizient Alm's z. B.), — ohne die nähere Kenntnis der Geschwindigkeit der Kreislaufvorgänge, des Tempos der Entwicklung des Lebens in den Seen nicht erfassen, geschweige denn zahlenmäßig festlegen. Sogar einmal, — wenn überhaupt möglich! — für die bestimmten Seen quantitativ definiert, hätte es gewiß keine Gültigkeit für die Seen anderer Klimagebiete (wohl auch für die anderen Arten der Seen). Das Verhältnis: Besiedlungsdichte/Produktionshöhe eines Sees soll daher, *ceteris paribus*, vor allem regional bedingt sein.

In den untersuchten flachen Karstseen scheint dieses Verhältnis zugunsten der Produktionshöhe verschoben zu sein. Trotz der relativ lichten Plankton- und Bodenbesiedelung, ist in diesen Seen eine höhere Produktion, dank der Intensität des gesamten Stoffkreislaufes, ermöglicht. Ein sichtbarer Ausdruck des schnelleren Stoffumsatzes dieser Seen liegt gerade in ihrer „Endproduktion“, ihrem Fischertrag; sein Verhältnis zu dem sommerlichen Zustandbild anderer Teilproduktionen ist nicht als *wahres* produktionsbiologisches Mißverhältnis anzusehen, sondern vielmehr als eine regionale, klimatisch bedingte Erscheinung, die sich auch bei vielen anderen Balkanseen beobachten läßt, und die mit anderen limnologischen Erscheinungen dieser Seen in Zusammenhang steht.

Die Produktionsbiologie der Karstseen und die Frage der Alkalitrophie.

Wie aus den vorigen Kapiteln zu ersehen ist, trägt der Skadarsee, trotz dem schnelleren, klimatisch bedingten Stoffumsatz, und dem daraus resultierenden relativ hohen Fischertrag, doch mehr oder weniger oligotrophe Züge, die besonders in der Nährstoffgehalt und in der Plankton- und Bodenproduktion zum Ausdruck kommen. Analoge oligotrophe Merkmale zeigt auch die Mehrzahl anderer typischer Karstseen, gleichgültig ob es sich um seichte Poljeseen, trichterförmige Dolinenseen, oder um große und tiefe Seen wie etwa Ostrovo und Ohrid handelt.

Nun drängt sich die Frage auf, welchem produktionsbiologischen Typus der Skadarsee und die anderen analogen Karstseen angehören? Handelt es sich hier um eine primäre, normale Oligotrophie, die sich, wie Gessner annimmt, auf die Nährstoffarmut zurückführen läßt, oder haben wir hier mit den einseitig charakterisierten Seetypen zu tun, deren allgemeine Oligotrophie auf den disharmonischen Produktionsvorgängen beruht?

Bei den heutigen, recht spärlichen Kenntnisse der Karstseen, läßt sich diese Frage augenblicklich nicht endgültig beantworten. Wir dürfen folgende zwei grundlegende regionale Momente nicht außer Acht lassen: erstens, daß diese Seen in dem mediterranen, mehr oder weniger semiariden Gebiet liegen, wo die harmonisch-statische Entfaltung der produktionsbestimmenden Faktoren normal nicht zu erwarten ist; zweitens, daß sie in einem petrographisch recht einförmigen Gebiet liegen, deren Untergrund ausschließlich aus mächtigen verkarsteten Kalkschichten besteht, und deren petrographische Beschaffenheiten mit den pedologischen Verhältnissen und mit dem Chemismus der Zuflüsse des Sammelgebietes in engem Zusammenhang stehen. Infolgedessen sind die Karstseen vor allem durch ganz eigenartige, regional bedingte hydrographische Verhältnisse gekennzeichnet; die meisten von ihnen werden vorwiegend, manchmal sogar fast ausschließlich durch unterirdisches kalkreiches Wasser gespeist, das von starken, sehr oft unterseeisch gelegenen Karstquellen zugeführt wird. Andererseits sind die Karstseen, mit wenigen Ausnahmen, ausgesprochen astatische Gewässer; die stark schwankende Wasserführung kann diese Seen, in extremen Fällen, in periodische Gewässer umwandeln (periodische Karstseen).

Die Astasie der Wasserführung dinarischer Karstseen ist nicht nur durch klimatische sondern wohl auch durch besondere karsthydrographische Verhältnisse bedingt. Wie es schon von Cvijić (1911) hervorgehoben worden ist, werden die klimatisch bedingten Niveauschwankungen bei den Seen mit normalem, oberirdischem Abfluß, durch die entsprechenden Schwankungen des Abflußprofils wesentlich geregelt. Dagegen bleibt bei den Karstseen mit unterirdischem (sublakustrischem) Abfluß der Entwässerungsprofil normal immer konstant und nicht durch den Niveauschwankungen des Sees beeinflußt. Deswegen steigt das Wasserniveau dieser Seen während der nassen Jahreszeit (bzw. der nassen Klimaperiode) wesentlich höher und sinkt umgekehrt während der trockenen Jahreszeit (bzw. der trockenen Klimaperiode) wesentlich mehr als bei den Seen mit oberirdischem Abfluß, da es hier keine Kompensation zwischen dem Seenniveau und dem Abfluß besteht. Die Niveauschwankungen solcher Karstseen sind während der trockenen Jahreszeit sogar beträchtlicher als bei den abflußlosen Seen; diese letzteren verlieren ihr Wasser ausschließlich durch die Verdunstung, während bei den ersteren, neben der Verdunstung auch der unterirdische Abfluss dabei wirksam ist.

Das Niveausinken der Karstseen mit unterirdischer Entwässerung wird umsomehr beträchtlicher, als der Abflußprofil (d. h. der Profil der sublakustrischen Ponore) größer ist. Bei genügender Erweiterung der Ponore wird der See in einen periodischen Wasserbecken umgewandelt, der während der Trockenzeit sein ganzes Wasser verliert (periodische Karstseen und periodisch inundierte Karstpoljen). Wenn die Ponoren so erweitert sind, daß sie alles Zuflußwasser sogar während der nassen Zeit wegführen können, dann ist der periodische Karstsee ein trockener Becken geworden (trockene Karstpoljen).

Somit wird die sonst klimatisch bedingte Astasie der dinarischen Karstseen durch die Karsthydrographie wesentlich mitbestimmt und verstärkt. Deswegen stellt sie ein für die meisten dinarischen Karstseen bezeichnendes Merkmal dar.

Inwieweit aber der Produktionsmechanismus in den Karstseen durch die Astasie beeinflußt wird, läßt sich auf Grund der bisherigen Untersuchungen nicht schätzen, und es wäre z. Z. verfrüht irgendwelche Spekulationen darüber zu machen. Augenblicklich scheint es mir wichtiger zu erforschen, ob der Kalkge-

halt des Karstwassers eine bestimmte Wirkung auf die Produktionsbiologie der Karstseen ausübt.

Wie bekannt, hat Naumann im Jahre 1929 aus den Rahmen der allgemein oligotrophen Seen einen besonderen alkalitrophen Seetypus ausgeschieden. Dieser Seetypus wurde in Naumann's bekanntem Buch über die „Grundzügen der regionalen Limnologie“ (1932) besonders in produktionsbiologischer Hinsicht näher beschrieben und als von dem harmonisch oligotrophen Typus prinzipiell verschieden bezeichnet. Als typische Vertreter der alkalitrophen Seen betrachtet Naumann u. a. auch die großen, gut bekannten Alpenseen wie etwa den Bodensee und andere großen subalpinen Seen.

Inzwischen hat Thienemann (1933) die Anwendung des Begriffes der Alkalitrophie auf die großen Alpenseen einer näheren Prüfung unterworfen; er fand dabei, daß diese Seen gar nicht als alkalitroph, (im Sinne Naumann's) zu bezeichnen sind. Daß es wirklich alkalitrophe Alpenseen geben kann, bezweifelt Thienemann nicht; doch betont er ausdrücklich, „daß bisher kein einziger echt alkalitropher See wirklich ausreichend limnologisch untersucht worden ist“.

Da nach Naumann die Alkalitrophie überall in Kalkgebirgen vorkommt, liegt es nahe, die untersuchten Karstseen in dieser Hinsicht zu prüfen.

Die Alkalitrophie wird von Naumann prinzipiell auf Grund der hohen Lage des Ca-Standards charakterisiert. „Der Ca-Standard erreicht so exzessive Werte, daß dieser Haushalt die gesamte Produktionsbiologie beherrscht“. Wesentlich ist dabei die Voraussetzung, daß der hohe Ca-Gehalt des Wassers als ein Hemmungsfaktor auf die gesamte Produktion wirkt, indem er ein Demobilisieren von P und Fe bedingt; die Phosphorsäure soll in den kalkreichen Gewässern in einer inagilen, der Pflanzenwelt unzugänglichen Form vorliegen. „Die Produktion an Phytoplankton wird deshalb sehr gering, auch wenn der Fe-, N- und P-Standard an und für sich (bei Nichtvorhandensein des Ca-Exzesses!) sogar eine Hochproduktion ermöglichen könnte“. Als Folge der geringen Produktion an Phytoplankton betrachtet Naumann: 1. geringe Produktion an Zooplankton; 2. klares Wasser und damit tiefe Lage der Vegetationsgrenze der höheren Litoralvegetation; 3. Sauerstoffreichtum des Bodenwassers (in großen und tiefen Seen).

„Im Gegensatz zum Plankton wird das Benthos im alkalitrophen See eine sehr reiche Entfaltung zeigen können. Dies gilt besonders für die höhere Litoralflora... Die höhere Litoralflora produziert im alkalitrophen See oft sehr nährstoffreiche Schlammablagerungen. Wir finden deshalb hier oft eine reiche niedere Tierwelt. Die Fischproduktion kann dann auch hoch liegen. Die geringe Produktion an Phytoplankton stellt also unter diesen Voraussetzungen gar keinen Indikator der allgemeinen Produktivität des Seetypus im ganzen dar“.

Aus dieser Definition der Alkalitrophie geht deutlich hervor, daß die alkalitrophen Seen einem ausgesprochen einseitig charakterisierten, disharmonischen Typus angehören. Obgleich mit sehr geringen Produktion an pflanzlichem Plankton, sind sie, nach Naumann, von den harmonisch oligotrophen Seen grundverschieden; die Ursache ihrer „Pseudoligotrophie“ ist „jedenfalls z. T. in einer durch den Ca-Standard bedingten Hemmungswirkung auf das P- und Fe-Spektrum zu suchen“ (Naumann, 1932).

Auf den ersten Blick scheinen die produktionbiologischen Verhältnisse des Skadarsees und anderen erwähnten flachen Karstseen mit den oben angeführten alkalitrophen Seetypus in mehrerer Hinsicht übereinzustimmen. Besonders erinnern diese Karstseen an die von Naumann als alkalitroph bezeichneten „teichähnlichen, sehr seichten, durchschnittlich nur einige Metern tiefen Seen der Kalkgebirge“ Schwedens („Träsk“ und „Ruggar“ genannt). Die Analogie ist gewiß sehr auffallend: auch die flachen Karstseen zeigen eine üppige höhere Vegetation, klares Wasser, geringe Produktion an Plankton, dazu eine hohe Fischproduktion. Sind aber diese Merkmale der Karstseen durch Alkalitrophie bedingt?

Die Grundvoraussetzung der Alkalitrophie ist nach Naumann die „stark polytype Lage“ des Ca-Spektrums, d. h. ein CaO-Gehalt des Wassers von über 100 mg/l. Ist diese Voraussetzung bei den Karstseen erfüllt? Die folgenden Zahlen geben Auskunft darüber (s. Tabelle a. d. S. 85).

Diese Zahlen zeigen, daß von den angeführten Karstseen, kein einziger einen CaO-Gehalt von über 100 mg/l, d. h. über die untere Grenze der Ca-Polytrophie besitzt; bei der Mehrzahl dieser Seen bewegt sich dagegen der Ca-Gehalt innerhalb der Grenzen der Mesotrophie, (d. h. zwischen 25 und 100 mg/l), z. T. sogar der Oligotrophie (unter 25 mg/l). Es ist klar, daß

Seen des dinarischen Karstgebietes (CaO mg/l)

Seichte Seen	Fläche km ²	CaO Gehalt	Tiefere Seen	Fläche km ²	CaO Gehalt
1. Skadar	356	56,9	1. Ohrid	334	41,6
2. Deransko	4,87	98,1	2. Prespa	275	50,9
3. Svitavsko	0,30	71,5	3. Ostrovo	74,78	38,1
4. Proložac	3,33	54,0	4. Bačina	2,21	61,5
5. Petersko	4,12	28,9	5. Imotsko	0,41	53,4
6. Castoria	27,96	27,0	6. Plitvice ¹⁾		
7. Jelim	0,57	97,0	7. Prošće	0,68	58,4
8. Vrvnik	0,10	48,2	8. Kozjak	0,82	65-79
9. Lokvenica	> 1	36,3	9. Milanovac	0,03	58,8
10. Kukavičko	> 1	91,6			
11. Rastičevsko	> 1	67,6			
12. Kuti	> 1	35,4			
13. Turjača	> 1	24,0			
14. Pliva		93,7			

der Ca-Standard bei keinem von den obengenannten Seen einen „exzessiven“ Wert erreicht: die Grundvoraussetzung der Alkalitrophie ist daher in diesen Seen nicht erfüllt. Z. Z. lasse ich die Frage nach dem Grund dieser, für die Karstseen gewiß merkwürdiger Erscheinung beiseite, da es natürlich noch dahingestellt bleibt, ob sich die Werte des Ca-Gehaltes anderer, nicht untersuchter Karstseen in der gleichen Größenordnung bewegen. Jedenfalls zeigen die angeführten Zahlen, daß der durchschnittliche Ca-Standard der untersuchten Karstseen von denjenigen der Kalkalpenseen (vgl. Thienemann, 1933) nicht viel abweicht.

Nun sollen wir die folgende, vorläufig berechnete (auch von Thienemann bei der Besprechung der Alpenseen berücksichtigte) Einwendung in Betracht nehmen. Die Grenze zwischen dem Meso- und Polytypus des Ca-Standards ist von Naumann als ganz provisorisch bezeichnet, da er selbst betont, „daß jedenfalls die Lage des Oligotypus als einigermaßen einwandfrei fixiert gelten kann, während insbesondere die Umgrenzung des Mesogebiets gewiß als recht willkürlich und verbesserungsbedürftig bezeichnet werden muß“. Dürfte vielleicht eine niedrigere Lage des Ca-Standares als Polytypus gelten und die Alkalitrophie bedingen?

Bei näherer Betrachtung des Trophiestandards untersuchter Karstseen, muß die Antwort negativ ausfallen. Die unter 4—6

¹⁾ nach Gavazzi (1919).

und 9—13 angeführten flachen Karstseen, sogar bei einem CaO-Gehalt von über 90 mg/l (Kukavičko), als offenbar eutroph oder mindestens als zur Eutrophie neigend zu bezeichnen. Auch zwischen den tieferen Seen neigt der Prespa-See, mit einem CaO-Gehalt von rund 51 mg/l, zur Eutrophie. Zwar ist die Eutrophie bei der Mehrzahl dieser Seen eine sekundäre, nämlich kulturbedingte; doch läßt sich die Eutrophierung der Karstseen sowohl bei einem niedrigen (unter 30 mg/l) wie bei relativ höheren CaO-Gehalt (über 90 mg/l) beobachten.

Auch bei den von Thienemann zitierten (1933), echt eutrophen Seen Holsteins steht die Lage des Ca-Standards ziemlich hoch, z. T. auch über 90 mg/l CaO-Gehalt (Heidensee). Daraus geht klar hervor, daß auch ein niedrigerer, unter 100 mg/l stehender CaO-Gehalt, die Eutrophie nicht hemmt und keinen allgemein oligotrophen Trophiestandard bedingt.

Somit läßt sich die relativ geringe Plankton- und Bodenproduktion des Skadarsees und anderer untersuchter flacher Karstseen durch die hemmende Wirkung des Ca-Gehaltes des Seewassers selbst auf die Produktionsvorgänge nicht erklären. Der Begriff des alkalitrophen Seetypus wie er von Naumann definiert wurde, läßt sich auf diese Seen kaum anwenden. Auch gewisse Seen anderer Karstgebiete sollen nicht, soviel bekannt, in den alkalitrophen Seetypus eingereiht werden. So haben Jakovljević und Stanković (1932) in einer vorläufigen Mitteilung gezeigt, daß die kleinen Dolinenseen des Beograder Karstes, deren Wasser mäßig kalkreich ist (CaO-Gehalt 25—62 mg/l), nicht als alkalitroph zu bezeichnen sind.

Ich sehe mich daher augenblicklich gezwungen anzunehmen, daß die oligotrophen Züge des Skadarsees und der analogen Seen des dinarischen Karstes wenigstens zum großen Teil, auf eine tatsächliche relative Nährstoffarmut zurückzuführen sind. Zwei Gründe scheinen dafür zu sprechen:

1. Oligotrophe Karstlandschaft. Das dinarische Karstgebiet, wo die genannten Seen vorkommen, ist pedologisch vorwiegend durch Skelettböden und Roterden, neben stellenweise großen entblösten, kahlen Flächen gekennzeichnet. Es kommen lokal, als Bodensubstrat, auch alluviale Ablagerungen und deluviale Anschwemmungen vor, bei welchen die klimatogenen Bodenprozesse angedeutet sein können; sogar Braunerden können lokal auftreten (im NO des Skadarsees, Carikov, 1930), sind aber re-

gional nicht typisch. Die pedologischen Verhältnisse des Einzugsgebietes der dinarischen Karstseen dürfen auf eine relative Oligotrophie hindeuten.

2. Vorwiegend unterirdische Wasserspeisung der Karstseen. Aller Wahrscheinlichkeit nach, ist das Grundwasser, das im Karstgebiet unterirdisch zirkuliert, arm an Nährstoffen (nämlich an P und N), und ein oligotrophes Wasser darstellt.

Es soll aber, bei der Deutung der allgemeinen Oligotrophie der Karstlandschaft, bzw. des Sammelgebietes untersuchter Karstseen, die Frage aufgestellt werden, ob da vielleicht die Alkalitrophie eine gewisse Rolle spielt. Bei der Besprechung des P-Gehaltes der Böden des Skadargebietes, spricht Carikov (1930) die Vermutung aus, daß dieser Nährstoff, infolge des Reichtums des Bodens an Kalk und Sesquioxiden, meistens in einer inagilen, schwer löslichen Form vorliegt; die Ausnützung dieses „Minimum-Faktors“ soll daher durch die hemmende Wirkung der Alkalitrophie stark herabgesetzt sein, was eine Oligotrophie des Bodens zur Folge hat.

Andererseits liegt die Vermutung nahe, daß auch in dem unterirdischen Zuflußwasser der Karstseen, der (vorausgesetzt hohe) Ca-Gehalt eine hemmende Wirkung ausüben kann, und daß dieses Wasser zum Teil auch infolge der Alkalitrophie arm an gelösten P-Salzen sein könnte. Leider sind wir über den Chemismus, und zwar über den Ca-Gehalt der unterirdischen Zuflüsse der Karstseen äußerst wenig unterrichtet. Es stehen mir nur ganz spärliche Angaben zur Verfügung, und zwar über die chemische Zusammensetzung des Wassers der Karstquellen, die den Ohridsee speisen, und deren Ca-Gehalt nicht 78—84 mg/l übersteigt. Ein solcher, relativ mäßiger Kalkgehalt des Quellenwassers dürfte kaum die Alkalitrophie bedingen. Doch sollen wir, auf Grund des Ca-Gehaltes des Quellenwassers nicht ohne weiteres darauf schließen, daß auch die unterirdischen Karstgewässern keinen höheren Ca-Gehalt haben können. Das Karstwasser zirkuliert, bevor es an die Oberfläche hervorbricht, durch ein ausgedehntes System von unterirdischen Gerinnen und Hohlräumen, in denen eine oft beträchtliche Kalkfällung normal stattfindet. Es ist daher nicht ausgeschlossen, daß das unterirdische Karstwasser einen höheren (sogar über 100 mg/l) Ca-Gehalt haben kann, der seinerseits ein oligotrophes P-Spektrum dieses Wassers bedingt.

Damit will gesagt sein, daß die Oligotrophie der Karstseen speisenden Wassers nicht ohne weiteres als eine primäre, ausschließlich durch tatsächliche Nährstoffarmut bedingte Oligotrophie zu deuten ist. Vielleicht sind die Erscheinungen der Alkalitrophie im Karstgebiet eigentlich in dem unterirdischen Karstwasser zu suchen. Leider ist der Kalkhaushalt, sowie überhaupt der Chemismus des unterirdisch zirkulierenden Karstwassers so gut wie völlig unbekannt, und die spärlichen diesbezüglichen Angaben lassen sich kaum limnologisch verwerten. Die näheren Untersuchungen in dieser Hinsicht wären von grundlegender Bedeutung für die Limnologie der Karstseen, deren Nährstoffhaushalt in erster Stelle von der Qualität des Speisungswassers abhängt.

Wie dem auch sein mag, sollen wir den oligotrophen Seetypus als eine für die Region des dinarischen Holokarstes typische Erscheinung betrachten. Ob es sich dabei um eine primäre, harmonische, oder eine durch irgendwelche regionale Umstände (Astasie?, Alkalitrophie des Speisungswassers?) einseitig charakterisierte Oligotrophie handelt, lasse ich augenblicklich unentschieden. Die bisherigen limnologischen Kenntnisse der Karstseen sind dafür noch ungenügend. Die Oligotrophie der Seen des dinarischen Karstes weist aber ein auffallendes regionales Merkmal auf: die temperaturbedingte, relativ große Schnelligkeit des Stoffumsatzes, die sich vor allem in der höheren Fischproduktion äußert. Die Karstseen erinnern dadurch an die oligotrophen Tropenseen, dessen Intensität des Stoffkreislaufes eine so hohe jährliche Gesamtproduktion bedingen soll, daß Thienemann (1931) diese Seen als eutroph bezeichnet. So weit können wir für die dinarischen Karstseen nicht gehen; immerhin soll die produktionsfördernde Schnelligkeit des Stoffumsatzes dieser Seen als ein regionaler Charakter scharf betont werden.

Die Karstseen, vor allem flache Poljeseen und kleine Dolinenseen, unterliegen sehr schnell einem Eutrophierungsprozeß, wenn sie veränderten pedologischen und besonders kulturellen Einflüssen ausgesetzt sind. Beispiele dafür gibt es genug und sie sind oft sehr lehrreich. So zeigt z. B. der Castoria-See einen ungewöhnlich hohen Eutrophierungsgrad (vgl. Stanković, 1931) der vor allem pedologisch bedingt ist. Dieser sonst flache (nicht über 10 m Tiefe) und mäßig große (28 km² Fläche) ägäische See zeigt alle typische Merkmale der Eutrophie: Wasserblüte, Sauerstoffschwund in den Tiefenschichten, eine sommerliche

Bodentierproduktion von durchschnittlich 221 kg/ha (ohne Mollusken!) und einen Fischertrag von rund 150 kg/ha jährlich! Hier kommen die allgemeinen pedologischen, für das ägäische Seengebiet typischen Faktoren zum Ausdruck: fruchtbare und relativ intensiv kultivierte alte Seensedimente, die das ganze ausgedehnte, bis auf den Umfang des heutigen Sees ausgetrocknete Castoriabecken einnehmen.

Auch die kleinen Dolinenseen des Beograder Karstes sind durch pedologische und kulturelle Einflüsse stark eutroph geworden. Sie liegen inmitten der hoch kultivierten Braunerden und sind von menschlichen Ansiedelungen unmittelbar umgeben.

Ein sehr lehrreiches Beispiel der kulturbedingten Eutrophierung zeigen zwei kleinen Dolinenseen in der Mündungsgebiet der Neretva (Dalmatien): Lokvenica und Vrvnik. Dieser letzte See, deren Umfang nicht 10 ha übertrifft und deren Tiefe etwa 9 m beträgt, ist gewöhnlich als ein Bestandteil des größeren Baćina-Sees betrachtet; seit mehr als 20 Jahren wurde aber Vrvnik, — infolge der technischen Maßnahmen (Tunellbohrung), die eine künstliche Entwässerung der sonst abflußlosen Baćina-Sees ermöglicht haben, — von diesem letzteren abgetrennt. Das dolinenförmige und abflußlose Becken des Vrvnik-Sees ist von einem schmalen Streifen schwach fruchtbaren Kulturbodens umrandet, der unter Weingarten liegt. Sonst ist die Umgebung kahl und verkarstet. Der See ist offenbar oligotroph: das sehr klare Wasser (Sichttiefe etwa 5 m) ist im Sommer in allen Tiefen sauerstoffreich und enthält ganz geringe Mengen von Phytoplankton. Die Bodenbesiedelung ist relativ licht, und zwischen den Chironomidenlarven wurden keine *plumosus*-Larven beobachtet.

Dagegen weist der benachbarte kleinere und etwas seichtere (größte Tiefe etwa 6,5 m), sonst auch dolinenförmige und abflußlose Lokvenica-See, ganz andere trophische Merkmale auf. Sein Wasser ist wenig durchsichtig (Sichttiefe kaum 1,5 m), vegetationsgetrübt; die Tiefenschichten sind ohne Sauerstoff; die Bodenablagerungen zeigen die Eigenschaften des typischen Faulschlammes mit deutlichem Geruch. Die Bodenfauna ist durch *plumosus*-Larven gekennzeichnet. Der See ist also deutlich eutrophiert und seine Eutrophie ist kulturbedingt. Der See liegt inmitten einer größeren Uvala mit flachem, fruchtbarem und gut kultiviertem Boden (Ackerbau). Dazu noch dient der See, infolge seiner leichteren Zugänglichkeit, als viel besuchtes Viehtränken (s. Abb. 4).

Ähnliche Fälle von kulturbedingter Eutrophierung der kleinen Dolinenseen lassen sich im dinarischen Karstgebiet sehr oft beobachten. Da die oberirdischen Gewässer im Karste vielmehr eine Seltenheit sind und oft einzige Wasserreservoirire der ganzen Umgebung darstellen, sind sie von der Bevölkerung als Trink- und Waschwasser ausgiebig verwertet, besonders wenn sie leicht

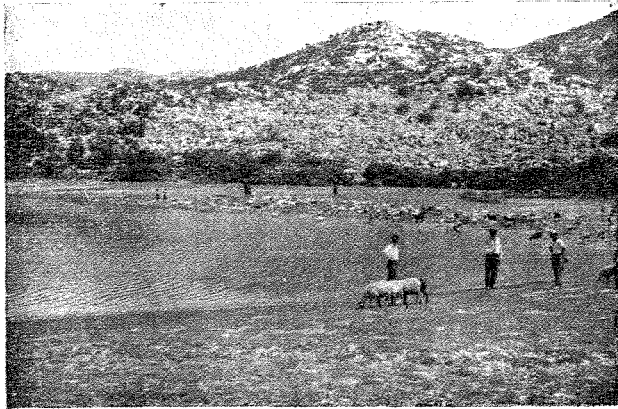


Fig. 4. Viehtränken am Lokvenica-See.

zugänglich sind. Deshalb unterliegen sie sehr schnell den kulturellen Einflüssen, die ihren Produktionstypus gänzlich verändern können. Wenn aber solche Einflüsse ausbleiben, dann bewahren die Karstseen, sogar die kleinen Dolinenseen, ihren normalen oligotrophen Charakter auf.

Es braucht kaum hervorgehoben zu sein, daß die vorhergehenden Auseinandersetzungen keinen Anspruch darauf haben, eine endgültige Erklärung der produktionsbiologischen Verhältnisse der Karstseen zu geben. Mein Hauptzweck war vor allem einen Beitrag zur näheren Kenntnis dieser Verhältnisse zu geben und einige daran sich anknüpfenden Grundfragen der Karstlimnologie zu berühren. Die bisherigen vergleichenden regional-limnologischen Untersuchungen beschränkten sich vorwiegend auf die Gewässer der nördlichen humiden Breiten; sie schufen die erste Grundlage zum Ausbau der modernen Seetypenlehre. Diese Grundlage wurde durch die neuesten Forschungen der Gewässer

der zweiten großen humiden Region, nämlich jene der Tropen, wesentlich erweitert, und es ist bekannt welchen tiefgreifenden Einfluß diese Forschungen auf die limnische Typologie ausgeübt haben. Regional-limnologisch fast unberührt blieben aber bis jetzt die Gewässer der dazwischen liegenden ariden und semiariden Gebiete, zu welchem letzteren auch die Karstregion des Balkans zuzurechnen ist. Von den beiden humiden Regionen weichen diese Gebiete sowohl klimatisch wie auch erdgeschichtlich sehr stark ab. Das trifft besonders die semiariden Gebiete um die Mittelmeere zu. Nicht nur durch den Gebirgsbau, der vorwiegend aus mächtigen, kalkreichen mesozoischen Tiefensedimente besteht, sondern auch durch die tektonische und geomorphologische Züge und durch die damit verbundene Mannigfaltigkeit der Oberflächenformen, sind diese Gebiete auffallend gekennzeichnet. Dazu kommen noch die klimatische Züge, die besonders in der ausgesprochen ungleichmäßigen Verteilung der Niederschläge ihren Ausdruck finden. Es ist daher zu erwarten, daß die Gewässer semiarider Gebiete ganz abweichende morphologische, hydrographische und nicht zuletzt produktionsbiologische Merkmale aufweisen müssen, die aber mit den allgemeinen geographisch-geologischen und klimatischen Eigenschaften der Landschaft im innigen Zusammenhang stehen. Der astatische Gewässertypus, der in den ariden Gebieten in extremer Entfaltung auftritt, ist auch hier bezeichnend; in der Karstregion ist dieser Typus noch durch spezielle hydrographische Verhältnisse mitbestimmt. Die astatischen Gewässer sind aber erst in allerjüngster Zeit als regionale Erscheinungen erkannt geworden. Durch welche verschiedene regionale Faktoren und auf welche Weise wird die Astasie bedingt und erhalten; wie und inwieweit sind die produktionsbestimmenden Faktoren von der Astasie beeinflußt und welche verschiedene Produktionstypen unter den astatischen Gewässern der semiariden Gebiete zu unterscheiden sind, — es sind Probleme, die erst durch die umfassenderen Untersuchungen auf regionaler Grundlage erkannt und definiert werden sollen. Die regionale Limnologie wird sich dadurch ganz neue Gesichtspunkte erwerben; für die Gewässertypenlehre werden diese Untersuchungen wesentlich breitere Grundlagen schaffen.

LITERATURVERZEICHNIS:

- Alm, G.*: Bottenfaunan och fiskens biologi i Yxtasjön. — (Meddel. fr. Kungl. Lantbruksstyrelsen, Stockholm, 236, 1922).
- Buschkiel, A. L.*: Fischereiliche Früchte der deutschen limnologischen Expedition nach Niederländisch-Indien. — (Arch. Hydrobiol. Suppl. Bd 8, 1930).
- Cvijić, J.*: Osnove za geografiju i geologiju Stare Srbije i Makedonije. — (Bd. III, Beograd, 1911).
- Carikov, D.*: Bodenkundliche und landwirtschaftliche Untersuchungen im Skadar-Gebiete. — (Bull. Min. Agriculture, Beograd, Ann. VIII, 1930).
- Daneš, I.*: Uvodi dolni Neretvi. — (Knih. české spol. zem. v Praze, 4, 1905).
- und *Thon, K.*: Die westherzegovinische Kryptodepression. — (Pettermann's Mitteil., V, 1905).
- Emszt, K.*: Die schemische Zusammensetzung des Schlammes und des Untergrundes vom Balaton-See-Boden. — (Res. Wiss. Erforsch. Balaton-See, I, 1911).
- Gavazzi, A.*: Die Seen des Karstes. — (Abhandl. geogr. Ges. Wien, V, 1904).
- : Prilozi za limnologiju Plitvica. — (Prirodosl. istraž. Hrvatske i Slavonije, 14, 1919).
- Gesner, F.*: Limnologische Untersuchungen am Skadar (Skutari)-See. — (Bull. Inst. Jard. Botan. Univ. Beograd, T. III, 1934).
- Hummel, K.*: Über Sedimentbildung im Bodensee. — (Geol. Arch., 2, 1923).
- : Sedimente indochinesischer Süßwasserseen. Arch. Hydrobiol., Suppl.-Bd. 8, 1931).
- Jakovljević S. et Stanković S.*: Particularités limnologiques des eaux karstiques de la région de Beograd. — (Bull. Inst. Jard. Botan. Univ. Beograd, 2, 1932).
- Lundbeck, J.*: Die Bodentierwelt norddeutscher Seen. — (Arch. Hydrobiol. Suppl. Bd. 7, 1926).
- Naumann, E.*: Einige neue Gesichtspunkte zur Systematik der Gewässertypen. (Arch. Hydrobiol., 1929).
- : Grundzüge der Regionalen Limnologie. — (Binnengewässer, 11, 1932).
- Protić, Dj.*: Hydrobiologische und Planktonstudien an Seen Bosniens und der Hercegovina. — (Glasnik zem. Muz. Bosn. Herceg., 37, 1925; Serbokroatisch mit deutsch. Res.).
- Rössler, E.*: Beitrag zur Fischereibiologie des Skadarsees. — (Ribarski list, Sarajevo, 6, 1931; serbokroatisch).
- Stanković, S.*: Productivité piscicole des lacs balkaniques du sud. — (Glasnik Geogr. Društva, Beograd, 15, 1929; serbokroatisch mit franz. Res.)
- : Sur les particularités limnologiques des lacs égéens. — (Verhdl. I. V. L. 5, 1931).
- : La zone à coquilles des lacs balkaniques du sud. — (Recueil trav. offert à J. Georgevitch, Beograd, 1933).
- Thienemann, A.*: Der Produktionsbegriff in der Biologie. — (Arch. Hydrobiol. 22, 1931).
- : Tropische Seen und Seentypenlehre. — (Arch. Hydrobiol. Suppl. Bd. XI „Tropische Binnengewässer Bd. II“, 1931).

Thienemann, A.: Sind die großen Alpenseen alkalitroph? — (Arch. Hydrobiol. 24, 1933).

Wassmund, E.: Lacustrische Unterwasserböden (Seenablagerungen der nördlichen humiden Breiten). — (Blanck's Bodenlehre, V, 1930).

—————: Der Karstquellsee Estany de Banyoles in Katalonien. — (Geogr. Wochenschr., 1934).

Zavřel, J.: Bemerkungen zur Chironomidenfauna einiger balkanischen Seen. — (Verhdl. der I. V. L., V, 1931).

—————: Chironomidenfauna des Ohrid-, Prespa-, Skutari- und Dojran-Sees — (Glas d. Serb. Akad. Wissensch., 1932; serbokroatisch).

ZUR KENNTNIS DER SAMENENTWICKLUNG DER
GESNERIACEEN. ÜBER DIE ENDOSPERM- UND
HAUSTORIENBILDUNG VON ROETTLERA

von

Ljub. M. Glišić

(Beograd, November 1934)

Mit 9 Textabbildungen und Tafel IV

In einer früheren Mitteilung über die Endosperm Bildung von *Haberlea rhodopensis* Friv. habe ich (1928), gelegentlich einer vergleichenden Betrachtung der Endosperm Bildung innerhalb der Familie der Gesneriaceen, darauf hingewiesen, daß sich das Endosperm bei *Roettlera* ab initio zellular ausbildet und mit dem im Einklange steht, was Miss. Laurent (1923) für *Corytoloma cyclophyllum* Dus. sp. ined. angegeben hat. Jetzt bin ich in der Lage, meine damalige Untersuchungen an *Roettlera* fortzusetzen und jene vorläufige Notiz an der Hand einiger neuen Beobachtungen zu ergänzen und näher zu erläutern.

Wie bekannt, gehört die Gattung *Roettlera* zu der Familie der Gesneriaceen, Unterfamilie der Cyrtrandroideen, Tribus Didymocarpeae-Roettlerinae (Fritsch, 1893). Mit Rücksicht darauf, daß diese Familie mehr als 1000 Arten umfaßt, sind ihr bis jetzt verhältnismäßig wenig embryologische Untersuchungen gewidmet worden. Von den Vertretern dieser Familie sind nur wenige entwicklungsgeschichtlich näher untersucht worden, wie *Rhytidophyllum crenulatum* (Cook, 1907), *Klugia Notoniana* = *Klugia zeylanica* (Balicka-Iwanowska, 1899; Schnarf, 1921), *Corytoloma cyclophyllum* (Laurent, 1923), *Monophyllaea Horsfieldii* (Oehlkers, 1923), *Ramondia Nathaltiae* und *R. serbica* (Glišić, 1924), *Aeschynanthus*-Arten (Hauss, 1927), *Haberlea rhodopensis* (Glišić, 1928). Außerdem findet man mehrere gelegentliche Notizen und Anmerkungen, die zerstreut in der Literatur vorliegen, betreffs *Achimenes*, *Columnea*, *Dircaea*, *Brachyloma*, *Gloxinia*, *Sinningia*, *Gesneria*, *Streptocarpus* (bezüglich der Literatur kann ich auf Laurent's Arbeit, 1923, und

Schnarf's Vergl. Embryol. d. Angiospermen, 1931, verweisen).

Die sich auf die oben erwähnten Gattungen und Arten beziehende embryologische Literatur gibt zu erkennen, daß in verschiedenen Gesneriaceen-Gattungen einige Verschiedenheiten hinsichtlich der Endosperm- und Haustorienbildung vorkommen. Mit Recht hob Laurent hervor, daß weitere Untersuchungen anderer Gesneriaceen interessante Tatsachen an den Tag bringen werden. Die in der vorliegenden Mitteilung enthaltenden Befunde über die Endosperm- und Haustorienbildung bei *Roettlera* scheinen mir von gewisser Bedeutung zu sein, da sie uns zeigen daß innerhalb der Gesneriaceen auch die typischen und kräftig entwickelten Endospermhaustorien vorkommen.

In ihrer Arbeit über *Corytoloma* weist Laurent darauf hin, daß die Gesneriaceen in Bezug auf die Embryologie deutliche Anknüpfungen an die Labiaten zeigen. Nach ihr sind „die Analogien mit *Corytoloma* nicht bei den nahestehenden Familien *Scrophulariaceae* und *Orobanchaceae*, wie man erwarten könnte, sondern nur innerhalb der *Labiatae* zu finden“. Schnarf (1921) ist der Ansicht, daß die Samenentwicklung bei *Klugia zeylanica* „weitgehende Übereinstimmung mit der der Labiaten und *Scrophulariaceen*“ zeigt. In meiner Arbeit über die Orobanchen (1929) habe ich der Annahme Ausdruck gegeben, daß die Gesneriaceen keine unmittelbaren genetischen Beziehungen zu den Orobanchaceen zeigen und daß die Gesneriaceen von den *Scrophulariaceen* abzuleiten sind. Ich erlaubte mir auch, die Gesneriaceen in die Nähe der *Verbasceen* zu stellen, welche Tribus als die ursprünglichste innerhalb der *Scrophulariaceen* betrachtet werden darf.

Zu entscheiden, ob sich die Gesneriaceen in ihrer Samenentwicklung an die *Scrophulariaceen* oder *Labiataen* anschließen, halte ich für verfrüht, so lange noch immer große Lücken in unseren jetzigen Kenntnissen der Embryologie der Gesneriaceen vorhanden sind. Zur Verwertung embryologischer Merkmale für systematisch-phylogenetische Zwecke reichen die bisherigen Untersuchungen nicht aus. Infolgedessen betrachte ich als höchst erwünscht, eine größere Anzahl von Gesneriaceen und verwandten Familien, als bisher untersucht, zum Gegenstand einer ausführlichen entwicklungsgeschichtlichen Untersuchung zu machen. Dabei soll den ersten Endospermstadien und der Anlegung und

Entwicklung der Haustorien besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden, da den Endosperm- und Haustorialverhältnissen sicher eine ganz erhebliche Bedeutung für die systematische Gliederung innerhalb eines engeren und weiteren Verwandtschaftskreises zukommt.

Die wenigen vorhandenen Angaben über die Embryologie der Gesneriaceen zu ergänzen und somit einen kleinen Beitrag zu unserer jetzigen Kenntnis dieser Familie zu bieten, ist die Aufgabe der folgenden Zeilen.

Das Material für die vorliegende Untersuchung wurde den in Gewächshäusern des Botanischen Gartens der Universität zu Beograd gezüchteten Pflanzen entnommen. Zum Fixieren habe ich Bouin's Pikro-Formol und Carnoy's Alkohol-Eisessig verwendet. Die 10—20 μ dicken Mikrotomschnitte (je nach dem Alter der Stadien) wurden hauptsächlich mit Eisenhämatoxylinlösung nach Heidenhain behandelt.

Embryosack. — Mein Material enthielt nur vorgeschrittenere Stadien, was mich verhinderte, auf die Megasporenbildung sowie auf ihre Auslese und weitere Umwandlung zum achtker-nigen Embryosack einzugehen. Es seien daher im folgenden nur Samenanlagen mit fertig ausgebildeten Embryosäcken und weiter vorgeschrittene besprochen.

Die Samenanlagen sind bei *Roettlera* anatrop und mit einem einzigen Integument bekleidet. Das Integument ist vier Zellschichten dick (Abb. 5), außer in seinem mikropylaren Teile, der aus noch mehr Zellschichten aufgebaut ist. In den Samenanlagen mit fertig ausgebildeten Embryosäcken sind von Nuzelluszellen nur einige sehr unbedeutende Reste in der Chalazagegend wahrzunehmen. Diese Zellen werden von dem wachsenden Embryosack, bei seinem Vordringen nach oben in den Mikropylkanal hinein, verdrängt; und zu dieser Zeit sind sie fast vollständig aufgelöst.

Der befruchtungsreife Embryosack ist im mikropylaren Ende ziemlich breit, wird aber nach dem chalazalen zu allmählich schmaler. Er weist jedoch eine verschiedene Begrenzung auf. Der untere längere und engere Teil ist von der innersten Zellschicht des Integumentes begrenzt, die zu dieser Zeit in deutlicher Weise als sogenannte Mantelschicht ausgebildet ist; der obere kürzere und breitere Teil, in welchem der Eiapparat unter-

gebracht ist, ragt aus der Mantelschichte heraus und nimmt einen mäßig erweiterten Hohlraum ein, den sich der sich verlängernde und erweiternde Embryosack selbst geschaffen hat. Die mikropylare Erweiterung ist von den stärker farbenspeichernden Resten desorganisierter und mehr oder weniger in Auflösung begriffenen Integumentzellen umgeben.

Der vollkommen ausgebildete Embryosack zeigt die normale Zusammensetzung. Der Eiapparat liegt in der vorderen Erweiterung, außerhalb der Mantelschichtzone, und ist typisch in seinem Aussehen. Neben der seitlich angehefteten Eizelle fallen die beiden langgestreckten Synergiden auf, die den Scheitel des Embryosackes einnehmen. Charakteristisch für *Roettlera* ist die Kleinheit der Kerne im Eiapparate. Die beiden Polkerne vereinigen sich vor der Befruchtung zu einem auffallend großen sekundären Embryosackkerne, der sich annähernd in der Mitte des Embryosackes aufhält. Ehe noch die Befruchtung vollzogen ist, wächst der chalazale Teil des Embryosackes ein Stück nach unten weiter, wobei er in das unliegende Gewebe eindringt, reicht aber in diesem Stadium nicht bis zur Epidermis in der Chalazagegend. Im fertigen Embryosack gibt es an der Chalaza keine Spur von Antipoden. Diese stellen außerordentlich ephemäre Bildungen dar, die frühzeitig zugrundegehen, ehe noch der Embryosack voll befruchtungsfähig geworden ist. Infolgedessen kann ich über ihre Zahl und Lage nicht berichten.

In einigen Fällen wächst der mikropylare Abschnitt des Embryosackes, aus der Mikropyle hinaus und dringt in die Fruchtknotenöhle vor. In diesem blasenförmig angeschwollenen Teile des Embryosackes sind die beiden Synergidenkerne gewan-

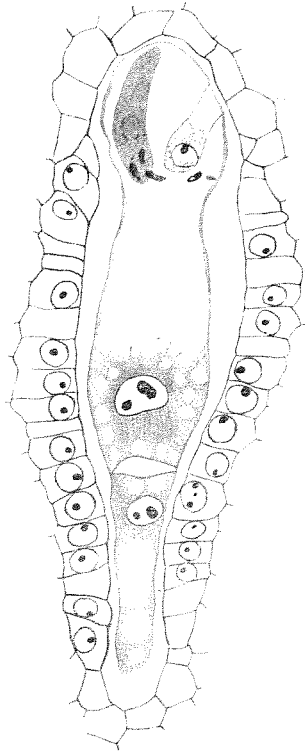


Abb. 1. — Endospermanlage in zwei primären Endospermkammern geteilt. Oben eine Synergide und die befruchtete Eizelle.

dert. Etwas Ähnliches hat auch Oehlkers (1923) bei *Monophyllaea Horsfieldii* beobachtet. Bei *Klugia zeylanica*, den Angaben Schnarf's folgend, zwängt sich der Embryosack in den Mikropylkanal hinein, „bis die Spitze der Synergiden unmittelbar bei der Mündung der Mikropyle liegt“. Wodurch diese Erscheinung bei *Roettlera* bedingt ist, wage ich nicht zu sagen. Meistens, wenn die Embryosäcke aus der Mikropyle herausragen, scheinen sie sich in Degeneration zu befinden und funktionsunfähig zu werden.

Endosperm bildung. — Auf die Einzelheiten bei der Ei- und Doppelbefruchtung konnte nicht näher eingegangen werden, da *Roettlera* zum Studium der feineren Befruchtungsvorgänge ein wenig geeignetes Material darbietet. Der befruchtende Pollenschlauch wächst durch die Mikropyle zum Eiapparat heran. Nach dem Eindringen des Pollenschlauches gehen die beiden Synergiden zugrunde. In etwas späteren Stadien, wenn das Endosperm aus wenigen Zellen besteht, ist von Synergiden kaum eine Spur wahrzunehmen. Im befruchteten Eikern sind oft zwei Nukleolen sichtbar.

Bald nach der Befruchtung schiebt sich der primäre Endospermkern zur Teilung an, und zwar noch ehe das Verschmelzen der beiden Nukleolen im befruchteten Eikern vollendet ist. Die Endosperm bildung geht, wie bei den meisten Angiospermen, der Embryoentwicklung voraus. Das Endosperm wird ab initio zellulär gebildet. Der ersten Teilung des primären Endospermkernes folgt die Ausbildung einer Wand in der Querrichtung, wodurch die Endospermanlage in zwei übereinander gelagerte Endospermkammern geteilt wird (Abb. 1). Während seiner ersten Teilung befindet sich der primäre Endospermkern im unteren Drittel der Endospermanlage, oberhalb des unteren Randes der Mantelschichte. Es entstehen folglich aus dieser Teilung zwei ungleich große primäre Endospermzellen, von denen die chalazale bedeutend kleiner als die mikropylare ist. Bemerkenswert ist, daß diese Trennungswand in späteren Stadien nach oben gewölbt ist.

Von den beiden so entstandenen Endospermkammern bleibt die chalazale während der folgenden Entwicklung des Endosperms immer ungeteilt. Es kommt in ihr beim zweiten Teilungsschritte nur zu einer einmaligen Kernteilung, ohne daß eine Wandbildung zwischen den beiden Tochterkernen folgte (Abb 2). Diese

Kammer wird im weiteren Verlauf der Endosperm- bildung zu einer großen, zweikernigen basalen Endospermzelle, die die Anlage des Chalazalhaustoriums bildet, wie es bei den anderen nahestehenden Tubiflorenfamilien gewöhnlich der Fall ist.

Dagegen wird die Kernteilung in der mikropylaren Endospermkammer von Wandbildung begleitet. Beim zweiten Teilungs- schritte wird sie durch eine längsgerichtete Wand in zwei neben- einander liegende Längszellen ge- teilt (Abb. 2). In späteren Stadien ließ sich diese Scheidewand nach oben nur bis zu einer bestimmten Höhe deutlich verfolgen, im ober- sten Teile der Kammer wird sie undeutlich und fällt allem An- schein nach der Auflösung anheim (Abb. 5, 9B).

In beiden mikropylaren Längszellen bildet sich hierauf, beim nächsten (dritten) Teilungs- schritte, je eine Querwand. Die Anlegung der Querwände findet unmittelbar unterhalb der oberen Mantelschichtemündung statt (Abb. 2, 3).

Als Resultat dieser drei Teilungsschritte ergibt sich ein fünfzelliges Endosperm, das aus der großen, zweikernigen basa- len Endospermzelle und über die- ser aus vier in zwei zweizelligen Etagen angeordneten Zellen be- steht. In Abb. 3 ist ein solches Fünfzellenstadium dargestellt.

Die beiden Zellpaare zeigen im weiteren Verlauf der Endo- sperm- bildung verschiedenes Ver- halten. Die Zellen des oberen Paares, die die vordere Er- weiterung einnehmen, erfahren keine Teilung mehr; sie nehmen

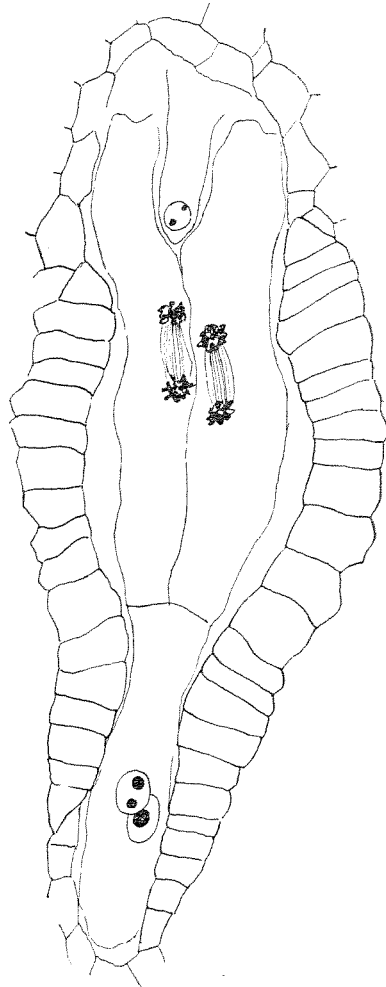


Abb. 2. — Mikropylare Endosperm- kammer längsgeteilt; die Kerne der beiden Zellen in Telophase (dritter Teilungsschritt).

beträchtlich an Wachstum zu und entwickeln sich zum zweigeteilten Mikropylarhaustorium. Das weitere Wachstum des Endosperms erfolgt nur auf Kosten der beiden Zellen des unteren

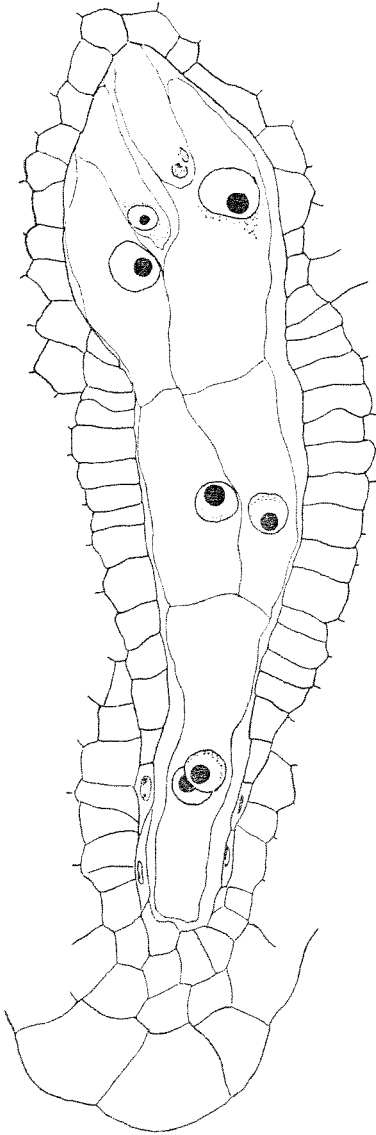


Abb. 3. — Fünfcelliges Endosperm. Die beiden mittleren Zellen stellen die Mutterzellen des „eigentlichen“ Endosperms dar.

Paares, welche somit die Mutterzellen des eigentlichen endospermalen Speichergewebes darstellen. Auf der nächsten Entwicklungsstufe, beim vierten Teilungsschritte, werden diese Zellen quergeteilt (Abb. 4). Im Laufe der weiteren Entwicklung teilen sich die beiden Zellenetagen des eigentlichen Endosperms durch neue Querwände (Abb. 5). Diesen folgen danach Längs- und auch in anderer Weise orientierte Teilungswände, die zur Bildung des vielzelligen Endospermgewebes führen. Auf Längs- und Querschnitten durch verhältnismäßig junges Endosperm ist noch immer eine deutlich ausgeprägte Linie zu unterscheiden, die der beim zweiten Teilungsschritte entstandenen Längswand entspricht. In weiter vorgeschrittenen Stadien der Endosperm bildung, wenn die Endospermzellen etwas unregelmäßigere Gestalt erhalten, ist diese Linie nicht mehr verfolgbar.

Während dieses Entwicklungszustandes hat sich die Mantelschichte am oberen und unteren Ende zur deutlichen mikropylaren und chalazalen Isthmusbildung verengt (Abb. 4, 5). Der Embryosack ist dadurch in drei deutliche Räume gegliedert worden. Der obere Teil enthält das zweigeteilte Mikropylarhaustori-

um; im unteren liegt die basale Endospermzelle, welche sich zum zweikernigen Chalazalhaustorium umgebildet hat. In dem mittleren Teile hat sich währenddessen ein nicht allzu mächtiger Endospermkörper von ovoider Form ausgebildet, in dem die Spitze des Embryonalschlauches eingebettet ist.

Die anschließenden Endospermzellen der mikropylaren und chalazalen Isthmusregion, welche unmittelbar an die Haustorien grenzen, sind auffallend inhalts- und plasmareicher als die übrigen von der Isthmusregion entfernten. Ferner ist hervorzuheben, daß diese Zellen auch stärker färbbar sind, was ein sichtbarer Ausdruck einer erhöhten Nahrungszufuhr ist, die vom Mikropylar- und Chalazalhaustorium her erfolgt. Die Nährstoffe werden durch die Vermittlung der Zellen in den Isthmusregionen dem zelligen Endosperm und dem wachsenden Embryo zugeführt.

Die Zellvermehrung im Endosperm geht unter gewaltiger Größenzunahme der ganzen Samenanlage vor sich. Eine besondere Erwähnung verdient aber eine höchst auffällige Umwandlung, die sich in Stadien nach der Befruchtung bis zur Samenreife im Integument vollzieht. Die Zellen der Mantelschichte heben sich schon vor der Befruchtung deutlich von den übrigen Integumentzellen ab; sie sind plasmareicher und mehr oder weniger in

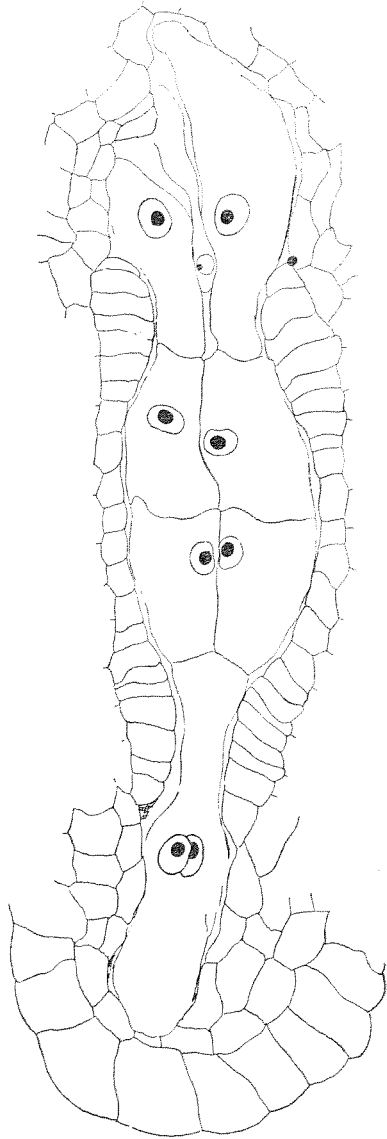


Abb. 4. — Mutterzellen des „eigentlichen“ Endosperms quergeteilt (vierter Teilungsschritt). Die Zygote verlängert sich schlauchförmig.

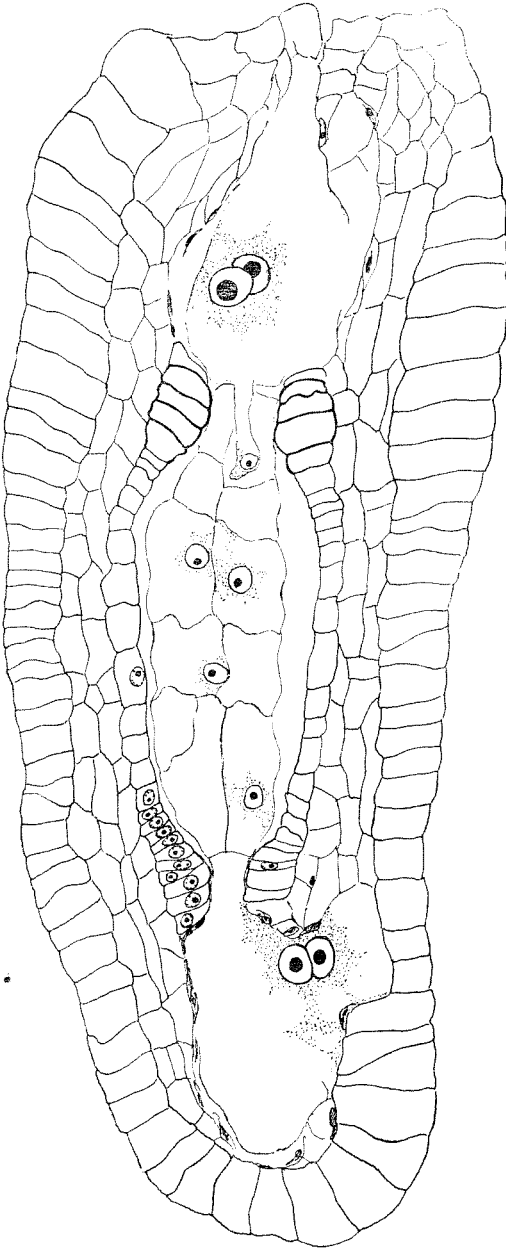


Abb. 5. Durch aufeinanderfolgende Querteilungen vielzelliges Endosperm entstanden. Die Mantelschichte hat sich zum Chalazal- und Mikropylaristhmus verengt. Die Spitze des Embryonalschlauches in das Endosperm versenkt.

radialer Richtung gestreckt. Eine besondere Ausformung erhält die Mantelschichte nach der Befruchtung. Während Größenunterschiede zwischen den Mantelschichtezellen vorher kaum zu bemerken sind, ist die Verschiedenheit in der Größe und Farbe dieser Zellen in späteren Entwicklungsstadien scharf ausgeprägt, wodurch die Mantelschichte ein für *Roettlera* sehr charakteristisches und von allen bisher untersuchten Gesneriaceen abweichendes Aussehen annimmt. Wie aus der Abb. 4 u. 5 ersichtlich, strecken sich die mittleren Zellen in der Mantelschichte während der Endosperm bildung und werden mehr isodiametrisch, während diejenigen um die Isthmusregionen stark in radialer Richtung gestreckt sind und ein palissadenförmiges Aussehen zeigen. In älteren Stadien (Abb. 5, 6, 7) fallen die den Isthmus bildenden Zellen durch ihre kolossale Größe und rotbraune Farbe auf.

Die Zellen der äußersten Integumentschicht beginnen schon bei sehr jungem Endospermzustand ein besonders großes Volumen anzunehmen und gleichzeitig sich in radialer Richtung zu strecken. Insbesondere zeichnet sich eine Zellgruppe, die den Mikropylarteil kranzartig umgreift, durch Größe aus. An gleicher Stelle sind ähnlich gebildete Kragenzellen bei *Klugia zeylanica* zu beobachten, wie es aus Abb. 10 von Schnarf und Abb. 17 von Hauss deutlich hervorgeht. Nach Hauss sind diese Zellen mit Luft erfüllt; auf diese Weise setzen die Fallgeschwindigkeit des reifen Samens herab.

Von dem ursprünglich 4-schichtigen Integumente sind in späteren Stadien nur zwei Zellschichten übrig: die Außen- und Innenepidermis, welche an der Bildung der Samenschale teilnehmen. Das übrige Integumentgewebe, das zwischen den beiden Epidermisschichten liegt, wird nach und nach zusammengepreßt und geht schließlich gänzlich verloren. Die voluminösen, rotbraunen und ausgesprochen in der Richtung des Radius gestreckten Zellen der Mantelschicht erstrecken sich in einem Bogen nur von der Isthmusregion bis zu der Stelle, wo sie mit den Zellen der Außenepidermis in Berührung kommen. Von da aus sind nun die Zellen der Mantelschicht farblos, während die darüber liegenden Zellen der Außenepidermis rotbraun gefärbt erscheinen. Die Zellen der Außenepidermis zeichnen sich durch stark verdickte Außenwände aus. Außerdem sind diese Wände bei rotbraunen Zellen von zahlreichen zapfenartigen Strukturen durchsetzt (Radialstreifungen).

Die ersten Teilungsschritte des Endosperms bei *Roettlera* folgen demjenigen Endospermtypus, der von Schnarf (1917) als *Brunella*-Typus innerhalb der Labiaten bezeichnet ist. Dieser Endospermtypus ist bekanntlich dadurch charakterisiert, daß die Endospermanlage beim ersten Teilungsschritte durch eine Querwand in zwei Endospermkammern zerlegt wird; beim zweiten Teilungsschritte teilt sich die mikropylare Kammer unter Ausbildung einer längsgerichteten Wand in zwei nebeneinander liegende Längszellen, während in der chalazalen nur eine einmalige Kernteilung ohne Wandbildung erfolgt.

Unter den bisher untersuchten Gesneriaceen ist ein ähnlicher Vorgang der Endospermbildung bei *Corytoma cyclophyllum* (Laurent, 1923) und *Haberlea rhodopensis* (Glišić, 1928)

festgestellt und näher beschrieben worden. *Roettlera* stimmt in Bezug auf die beiden ersten Teilungsschritte des Endosperms mit der von Laurent untersuchten *Corytoloma* völlig überein. Dagegen weichen die Endospermverhältnisse bei *Klugia* (Balicka-Iwanowska, 1899; Schnarf, 1921) und *Ramondia* (Glišić, 1924) von denjenigen bei *Corytoloma* und *Roettlera* erheblich ab. Die Endospermbildung bei *Klugia* und *Ramondia* erfolgt nach einem ganz anderen Endospermtypus, der dadurch ausge-

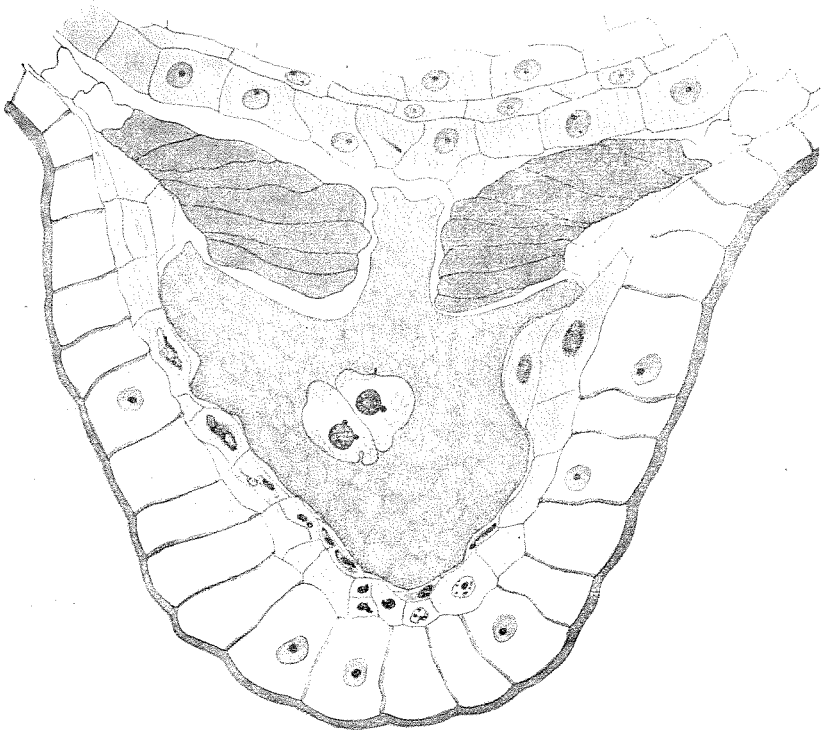


Abb. 6. — Chalazalhaustorium, mit dichtem Plasma erfüllt, die beiden hypertrophierten und amoeboiden Kerne zeigend. Große und braun gefärbte Zellen der Isthmusregion auffallend.

zeichnet ist, daß nach der ersten Querwand die untere Kammer ungeteilt und einkernig bleibt, die obere sich nochmals durch eine Querwand teilt. Diesen Typus habe ich in meiner früheren Arbeit (1924) als *Ramondia*-Typus bezeichnet.

Haustorienbildung. — Sowohl die basale als auch die beiden mikropylaren Zellen zeigen ein von den übrigen Endo-

spermzellen abweichendes Verhalten. Sie sind gleich nach ihrer Absonderung von den weiteren Teilungen ausgeschaltet. Von Anfang an unterscheiden sie sich deutlich von den übrigen Endospermzellen durch Größe, Kerndimensionen und die Dichte des Plasmahaltes. Im Laufe der weiteren Entwicklung nehmen sie schnell an Wachstum zu und entwickeln sich weiter zu den kräftigen Endospermhaustorien, obwohl diese nie jene Dimensionen erreichen, die bei einigen Scrophulariaceen, Orobanchaceen, Lentibulariaceen, Plantaginaceen, Labiaten u. a. Tubifloren vorkommen.

Wie aus dem über die Endospermbildung Gesagten hervorgeht, wird das Chalazalhaustorium um einen Teilungsschritt früher als das Mikropylarhaustorium angelegt; jenes wird durch die erste Endospermteilung, dieses erst beim dritten Teilungsschritte abgetrennt. Das Chalazalhaustorium ist demnach als ontogenetisch älter zu bezeichnen.

1) Die basale Endospermzelle erfährt wesentliche Erweiterung während ihrer Umwandlung zum Chalazalhaustorium und nimmt eine sackförmige Gestalt an. Die Bildung dieses Haustoriums, die erst nach der ersten Querwandbildung im Endosperm beginnt, erscheint eigentlich nur als Fortsetzung und Verstärkung eines schon vor der Befruchtung in Auswirkung befindlichen Vorganges. Diese Zelle wächst sehr schnell in das umliegende Gewebe in der Chalazagegend hinein, wobei dessen Zellen zerdrückt und schließlich völlig aufgezehrt werden. Zuerst fallen die unteren Zellen der Mantelschichte, welche unterhalb der chalazalen Isthmusregion liegen, der Degeneration und Auflösung anheim (Abb. 3, 4). Von da aus greift der Auflösungs Vorgang auf die benachbarten Zellen an der Chalaza und auf die Integumentzellen über, die zwischen der Außenepidermis und Mantelschichte liegen (Ab. 5, 6 u. Taf. IV Fig. 2). Auf diese Weise dringt das Chalazalhaustorium nach unten bis zur äußeren Zellschicht der Samenanlage, nach oben ein Stück zwischen den beiden Epiderme des Integumentes vor.

Wie erwähnt, niemals tritt eine Wandbildung ein. Dagegen beobachtet man schon früh, beim zweiten Teilungsschritte des Endosperms, eine einmalige Kernteilung, wodurch dieses Haustorium zweikernig wird. Die ganze Zelle, die anfangs plasmaarm ist, füllt sich allmählich mit dichtem Zytoplasma. Die beiden Haustorialkerne befinden sich in einer dichteren Zytoplasmamasse, wo sie

sich aneinander legen, so daß ihre zusammenstoßenden Kernmembranen an der Berührungsstelle abgeplattet erscheinen. Die Lage der Kerne steht mit der haustoriellen Tätigkeit der Zelle in Beziehung; sie sind immer an den Orten regsten Auflösungs-

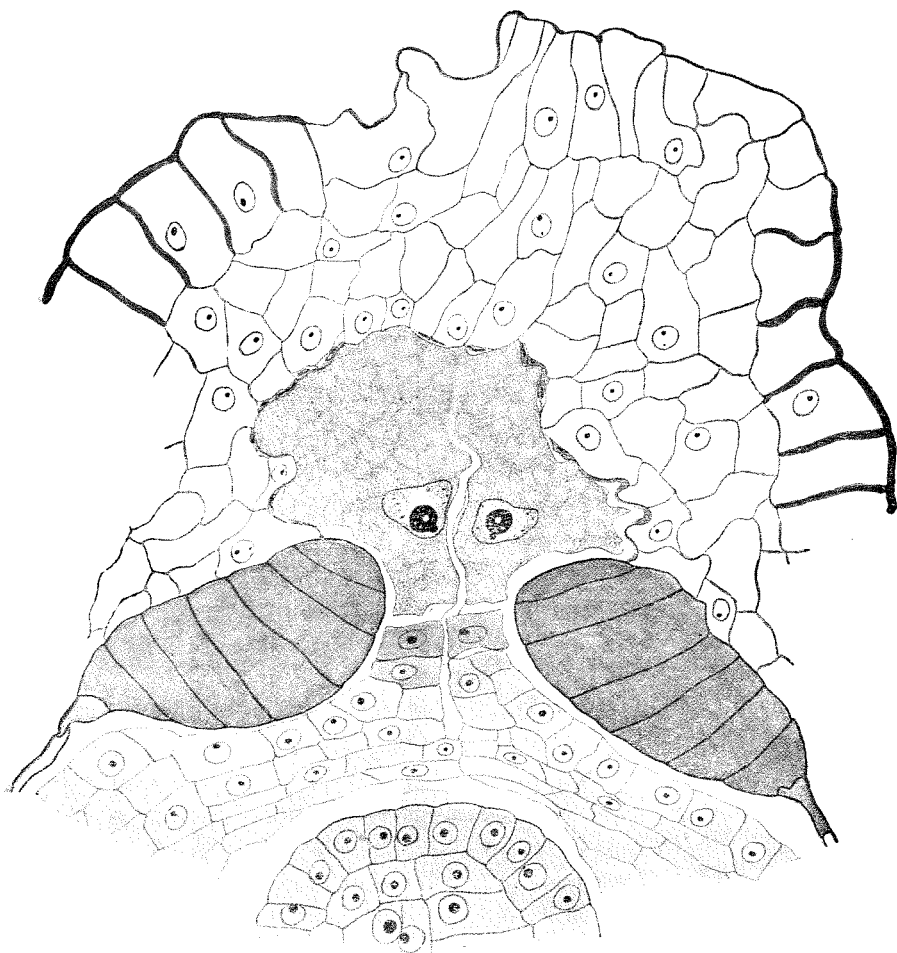


Abb. 7. — Mikropylarhaustorium, plasmareich, in der Mitte vom zusammengeschrunpften Embryonalschlauche durchzogen.

ganges zu finden. Von Anfang an zeichnen sich diese Kerne durch beträchtliche Größe aus. Im weiteren Verlauf der Entwicklung nehmen sie eine ganz ansehnliche Größe an und sind merklich hypertrophiert. Stets findet man in ihnen je einen stark vergrößerten Nukleolus, der immer viele Vakuolen enthält. In

weiter vorgeschrittenen Stadien zeichnen sich die Haustorialkerne durch eine mehr oder weniger unregelmäßige und amoeboide Gestalt aus.

Der Isthmusteil des Chalazalhaustoriums ist ziemlich eng und lang, so daß das Haustorium durch einen engen Halsteil mit dem endospermalen Speichergewebe in Verbindung steht (Abb. 6)

2) Die obere Erweiterung um den ehemaligen Eiapparat wird als Mikropylarhaustorium ausgebildet (Abb. 5, 7 u. Taf. IV, Fig 1). Dieses Haustorium enthält die beiden mikropylaren Zellen, welche beim dritten Teilungsschritte gegen die Mikropyle zu abgetrennt werden. Durch Auflösung der umliegenden Zellen des Integumentgewebes nimmt das Haustorium beträchtlich an Größe zu. Die umliegenden mehr oder minder in Degeneration und Auflösung begriffenen Integumentzellen sind ein sichtbarer Ausdruck dieser haustoriellen Tätigkeit.

Im weiteren Verlauf der Endospermibildung teilen sich die beiden Haustorialzellen nicht mehr. Ja, es erfolgt in ihnen nicht einmal eine Kernteilung, so daß das Mikropylarhaustorium zwei Kerne enthält. Ähnlich wie die Kerne des Chalazalhaustoriums

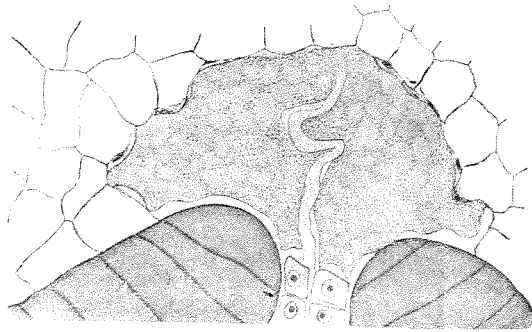


Abb. 8.

Nachbarschnitt des in Abb. 7 dargestellten Haustoriums, in dem der Embryonschlauch der Länge nach getroffen ist.

nehmen auch diese an Größe zu und werden stark hypertrophiert.

Bei näherer Betrachtung erkennt man, daß das Mikropylarhaustorium in früheren Stadien (Abb. 3, 4, 9A) sicher zweigeteilt ist, in älteren wird aber die Scheidewand undeutlich (Abb. 5, 9B). Ich habe der Feststellung des oberen Wandstückes meine ganz besondere Aufmerksamkeit gewidmet, es aber in etwas älteren Stadien nicht finden können. Ich erlaube mir daher die Vermutung, daß die in Frage stehende Scheidewand in ihrem obersten Teile bald nach ihrer Ausbildung wieder aufgelöst oder zerrissen wird. Für diese Erklärung, daß es sich hier um Auflösung oder Zerreißen des oberen Teiles der Scheidewand handeln könnte, spricht auch die häufig

beobachtete Tatsache, daß die beiden Haustorialkerne sich sehr oft in einer der beiden Haustorialzellen oder in einer gemeinsamen Zytoplasmamasse (Abb. 5, 9B u. Taf. IV Fig. 1) haben nachweisen lassen. Ich konnte mich an einigen Serien von Querschnitten durch das Mikropylarhaustorium wiederholt davon über-

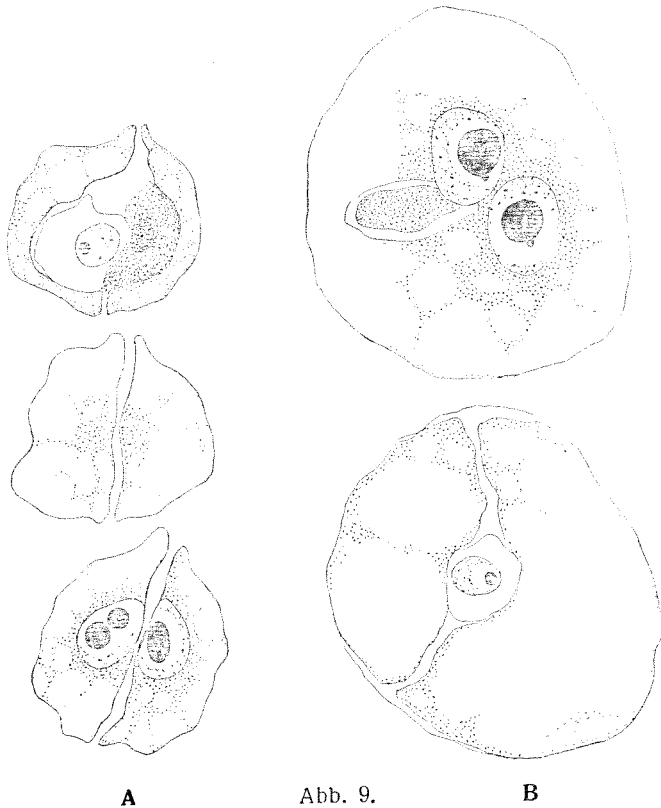
**A**

Abb. 9.

B

Querschnitte durch das Mikropylarhaustorium. A) Jüngerer Stadium (Oospore oben, noch ruhend): drei Nachbarschnitte aus derselben Serie, die zweizellige Struktur des Haustoriums zeigend. B) Etwas älteres Stadium (nach der Keimung der Oospore). Oben ist die ursprüngliche Scheidewand (Längswand) spurlos verschwunden; in der Nähe der beiden Haustorialkerne ist der Embryonalschlauch im Querschnitte zu sehen. Unten ist die Scheidewand noch deutlich erhalten, zwischen beiden Zellen befindet sich die wachsende Spitze des Embryonalschlauches mit dem Zygotenkern.

zeugen und meine Abb. 9B stellt eine solche Serie dar. Am oberen Schnitte der Serie B ist keine Spur von Scheidewand zu sehen und die beiden Kerne liegen nebeneinander in einer gemeinsamen Zytoplasmamasse; der untere, Nachbarschnitt aus

derselben Serie zeigt die zweizellige Struktur des Haustoriums erhalten. Außerdem habe ich mehrmals beobachten können, daß die zusammenstoßenden Kernmembranen der beiden dicht nebeneinander liegenden Kerne abgeplattet erscheinen. Beim Vergleich der beiden Serie von Querschnitten (A u. B) in Abb. 9 erkennt man, daß das Mikropylarhaustorium ursprünglich zweizellig ist (A) und daß die Auflösung oder das Zerreißen der Trennungswand erst in späteren Stadien erfolgt (B).

In einigen Fällen sind die Haustorialkerne jeder am Grunde seiner Zelle, zu beiden Seiten des Scheidewandrestes zu finden.

Am Mikropylarende bilden die Zellen des Integumentes, welches hier, wie erwähnt, mehrere Zellschichten dick ist, ein dichtes, kleinzelliges Gewebe, das das Mikropylarhaustorium umschließt (Abb. 7. u Taf. IV, Fig. 1). Diese Zellen zeichnen sich durch Plasmareichtum aus. Im Laufe der Entwicklung des Haustoriums fallen die dem Haustorium anliegenden Zellen dieses Gewebes der Degeneration und Auflösung anheim.

Das Chalazal- und Mikropylarhaustorium sind anfangs ziemlich plasmaarm. Späterhin beobachtet man eine progressive Vermehrung des Zytoplasmas und schließlich sind sie dicht von Zytoplasma gefüllt. Abb. 6 u. 7 zeigen, welche Mächtigkeit das Haustorienplasma in ältesten Entwicklungsstadien erreichen kann. Gleichzeitig nehmen die Haustorien einen immer größeren Raum ein und sind beim Aussaugen der Integumentzellen tätig. Sie entziehen der Umgebung Nährstoffe, die weiter durch die Vermittlung der Übergangszellen der Isthmusregionen dem nahrungsspeichernden zelligen Endosperm und dem auswachsenden Embryo zugeführt werden.

Was die Haustorienbildung anbelangt, steht *Roettlera* der Gattung *Corytoloma* am nächsten. Die beiden Gattungen zeichnen sich durch ein ungeteiltes zweikerniges Chalazal- und ein zweigeteiltes zweikerniges Mikropylarhaustorium aus. Ein Vergleich der entsprechenden Stadien bei *Roettlera* und *Corytoloma* läßt jedoch erkennen, daß das Mikropylarhaustorium bei *Corytoloma* zweizellig bleibt, während die Scheidewand bei *Roettlera* später aufgelöst oder zerrissen wird, so daß dieses Haustorium nachträglich einzellig wird. Nach S c h n a r f weist das Chalazalhaustorium bei *Klugia* eine mächtige Entwicklung auf. Meine

Befunde an *Roettlera* deuten darauf hin, daß auch ein deutlich ausgeprägtes Mikropylarhaustorium innerhalb der Gesneriaceen vorkommt. Weitere Untersuchungen anderer Gesneriaceen werden uns zeigen, ob das Vorhandensein der Haustorien ein allgemeiner Charakter der Familie ist, sowie inwieweit die Haustorialverhältnisse innerhalb der Familie für die systematische Auswertung herangezogen werden könnten.

Embryo. — Der Embryoentwicklung habe ich geringes Interesse gewidmet; daher möchte ich mich in diesem Punkte sehr kurz fassen. Die befruchtete Eizelle beginnt sich ziemlich früh, zu einer Zeit, da ein wenigzelliges Endosperm vorhanden ist, in die Länge zu strecken und, ohne sich zu teilen, mit Hilfe eines schlauchförmigen und sehr langgestreckten Suspensors ins zellige Endosperm hinabzusenken. Dabei kommt ihr die Längswand zustatten, welche in der Mitte auseinanderweicht, so daß der Embryonalschlauch zwischen den beiden Haustorialzellen heruntergleitet (Abb. 3, 4). Der Kern befindet sich konstant in der Nähe der weiterwachsenden Spitze des Schlauches, wo auch die Hauptmasse des Zytoplasmas angehäuft ist. Wie erwähnt, zeichnet sich dieser Kern durch geringe Größe aus und ist dadurch leicht von den übrigen Endospermkernen zu unterscheiden.

Es dauert sehr lange, ehe die Zellbildung in der befruchteten Eizelle eintritt. Erst nachdem das Endosperm aus einer größeren Anzahl der Zellen aufgebaut ist und nachdem die Spitze des Embryonalschlauches tief ins eigentliche Endosperm hineingedrungen ist, wird die befruchtete Eizelle durch eine Querwand in zwei Zellen geteilt, eine Scheitelzelle und eine vielmal größere basale, der Mikropyle zugewandte Zelle. Aus der Scheitelzelle entwickelt sich in gewöhnlicher Weise zuerst ein kugelförmiger Proembryo. Dieser wird von einem sehr langgestreckten und ungegliederten Suspensor getragen, welcher aus der basalen Zelle entsteht und im mikropylaren Abschnitt als leerer Membranschlauch bis zur Anwachsstelle der Eizelle verfolgbar ist (Abb. 7, 8). In weiter vorgeschrittenen Entwicklungsstadien wird der Embryo in die Länge ausgezogen und die Anlagen der Kotyledonen treten hervor. Gleichzeitig schrumpft der obere Teil des Suspensors zusammen und wird infolge des Druckes, den die wachsenden Endospermzellen ausüben, abgebrochen, so daß der Embryo dadurch als selbstän-

dige Bildung im Endosperm zu liegen kommt. in älteren Stadien ist der wohl entwickelte Embryo in einem Endosperm eingebettet, das bis auf wenige Schichten verdrängt ist.

(Aus dem Botanischen Institut der Philosophischen Fakultät der Universität Beograd).

Erklärung der Tafel IV

Fig. 1. Mikrophotographische Aufnahme des Mikropylarhaustoriums.

Fig. 2. Mikrophotographische Aufnahme de Chalazalhäustoriums.



LITERATUR:

- Balicka-Iwanowska, G.*: Contribution à l'étude du sac embryonnaire chez certains Gamopétales. — (Flora, 86, 1899).
- Cook, M. Th.*: The embryology of Rhytidophyllum. — (Bull. Torrey Botan. Club, 34, 1907).
- Fritsch, K.*: Gesneriaceen. — (In Engler-Prantl's Natürl. Pflanzenfamilien, 1893).
- Glišić, Lj. M.*: Development of the female X-generation and embryo in *Ramondia*. — (Diss., Beograd, 1924).
- : Development of the female gametophyte and endosperm in *Haberlea rhodopensis* Friv. — (Bull. Inst. Jard. bot. Univ. de Beograd, Tome I, 1928).
- Hauss, Hertha*: Beiträge zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte von Flug-einrichtungen bei höheren Samen. — (Botanisches Archiv, 20, 1927).
- Laurent, Vivi*: Zur Entwicklungsgeschichte von *Corytoloma cyclophyllum* Dus. sp. ined. — (Svensk bot. Tidskr., 17, 1923).
- Oehlkers, Fr.*: Entwicklungsgeschichte von *Monophyllaea Horsfieldii*. — (Beih. z. Bot. Zentrbl., 39. Abt. I, 1923).
- Schnarf, K.*: Kleine Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Angiospermen II. *Klugia zeylanica* (R. Brown) Gardn. — (Österr. Bot. Zeitschr., 70, 1921).
- : Vergleichende Embryologie der Angiospermen. — Berlin, 1931).

DIE 7. MITGLIEDERSAMMLUNG DER INTERNATIONALEN
VEREINIGUNG FÜR THEORETISCHE UND ANGEWANDTE
LIMNOLOGIE IN JUGOSLAVIEN 1934.

Von

Friedrich Lenz, Plön (Holstein).

Die in Amsterdam überbrachte Einladung, in Jugoslawien zu tagen, war in Limnologenkreisen freudig begrüßt worden, hoffte man doch durch diesen Kongreß eines der limnologisch und nicht-limnologisch interessantesten Länder Europas kennen zu lernen. Daß diese Hoffnung nicht getäuscht wurde, zeigte der Verlauf des Kongresses.

Nachdem am 26. August in Beograd Vorstand und Internationaler Ausschuß ihre vorbereitenden Sitzungen gehabt hatten, vereinigte eine zwanglose Zusammenkunft die Teilnehmer im Restaurant „Zanatski Dom“.

Der feierliche Eröffnung des Kongresses fand dann am 27. August im großen Saale der Volksuniversität statt. Begrüßungsworte sprechen der Präsident des Organisations-Komitees Professor Đorđević, der Chef der Abteilung für Viehzucht und Fischerei im Landwirtschaftsministerium Dr. Prohaska für S. Exzellenz den Herrn Minister für Landwirtschaft, und die Vertreter einiger ausländischer Staaten und wissenschaftlichen Institute. Der Vorsitzende der I. V. L., Professor Thienemann, eröffnete und leitete die Sitzung. Der Geschäftsführer der I. V. L., Privatdozent Dr. Lenz gab den Bericht des Vorstandes. Aus diesem ging hervor, daß die Vereinigung ihren Mitgliederbestand auf etwa der gleichen Höhe gehalten hat (nahezu 700 Mitglieder), die sich auf 38 Staaten verteilen, und daß die Verhandlungen des letzten Kongresses mittlerweile erschienen sind. Es werden im zweiten Teil der Eröffnungssitzung die beiden folgenden Vorträge gehalten:

Hadži, J., Kurze zoogeographische Übersicht Jugoslawiens,
Stanković, S., Esquisse limnologique régionale de la
Péninsule Balkanique.

Am 28. und 29. August finden noch drei wissenschaftliche Sitzungen in der Universität statt. Von den rund 80 angemeldeten Vorträgen können nur die folgenden gehalten werden:

Prof. Dr. A. G a v a z z i, Eine limnologische Kuriosität.

Dr. Z. K o z m i n s k i, Über die Eigentümlichkeiten des Ohridplanktons.

Prof. Dr. J. K o m a r e k, Die Vardarlinie in der Verbreitung der Blepharoceriden.

Dr. H. S t a m m e r, Untersuchungen über die Tierwelt der Karsthöhlen.

Dr. St. J a k o v l j e v i ć, Recherches limnologiques sur le lac de Prespa.

Dr. B. F o t t, Phytoplanktonproduktion des Ohridsees.

Prof. Dr. Z a v r e l, Hochgebirgsschironomiden aus der Hoher Tatra.

Dr. P r a t, Polarographische Methode in der Hydrologie.

Prof. Dr. R o u l e, Les Blennies potamiques péri-méditerranéens.

Dr. G. A l m, Die Fischzucht in den größeren Seen.

Prof. Dr. H. W u n s c h, Die fischereiliche Bewirtschaftung großer Seen.

Prof. Dr. J. L e p s i, Die Seen Rumäniens und ihre Bewirtschaftung.

Dr. S. M u ž i n i ć, Teichwirtschaft in Jugoslavien.

Dr. P e l l e g r i n, La faune ichthyologique du lac Rodolphe,

Dr. H. J. E l s t e r, Die künstliche Erbrütung bei großen Seen; vorläufige Ergebnisse und Anregungen.

Dr. K. V i e t s, Mitteilung über Wassermilben unterirdischer Gewässer Jugoslaviens.

Dr. R a d o v a n o v i ć, Die gegenwärtige Kenntnisse der balkanischen Trichopteren.

Dr. H. J ä r n e f e l t, Die regionale Verteilung von Gewässertypen in Finland.

Prof. Dr. I. P e v a l e k, Die Travertin und die Plitvice-Seen.

Dr. R. K e n k, Die Höhlentricladen Sloveniens.

Dr. W. K u l m a t y c k i, Vergleich des Wachstumstempos von Hucho Hucho L. in den Gewässern Jugoslaviens und Polens.

Dr. G e s s n e r, N und P im Seehaushalt

Es sind dies in erster Linie Themen, die sich mit der Biographie des Balkans oder mit der Fischereiwirtschaft befassen. Diese beiden Hauptthemen waren für diese Mitgliederversammlung festgesetzt worden. Alle angemeldeten und eingereichten Vorträge indessen werden in den „Verhandlungen“ zum Abdruck kommen. Das ist der Vereinigung nur deshalb möglich, weil die jugoslawische Regierung in großzügiger Weise sich bereit erklärt hat, den Druck der Verhandlungen auf ihre Kosten zu übernehmen.

Die eigentliche Redetagung dieses Kongresses war sehr kurz, denn schon am 29. abends reist der ganze Kongreß nach dem Süden. Am 30. August kommt man in Skoplje an. Hier wird das hochinteressante alte Seenbecken von Katlanovo besichtigt, mit seinen enormen Schilfwäldern. Ein Teil der Teilnehmer fährt währenddessen ins Gebirge und besichtigt die Architektur alter Klöster aus dem Mittelalter. Am nächsten Tage, 31. August, geht es weiter über Gostivar durch das alte Seenbecken von Tetovo über Mavrovo bis zum Kloster St. Jovan Bigorski. Die gastliche Aufnahme durch die Mönche, eine Festtafel bei heiterer Stimmung, zahllose photographische Aufnahmen der malerischen Viertel dieses Klosters, all das kennzeichnet die kurze Aufenthaltszeit im Kloster. Es geht dann weiter durch das malerische Radikatal, über Debar und das Drim-Tal nach Struga und Ohrid. In Ohrid herzlicher Empfang durch die Bevölkerung. Am nächsten Tage Fahrt auf dem blauen See mit Vortrag von Professor S t a n k o v i ć über die Charakteristik dieses großen Sees. Besichtigung der Stadt, des neuen Stationsgebäudes und nicht zu vergessen das Bad in den blauen Fluten des Sees. Am 2. September fährt der größte Teil der Teilnehmer auf einem prächtvollen Höhenweg nach Süden bis zu den Karstquellen des Drim und dem alten Kloster von St. Naum. Zu schnell sind die beiden Tage am Ohrid-See vergangen. Am 3. September geht es per Auto zum Prespa-See über das fruchtebeladene Resan durch schöne bewaldete Berglandschaft über den Bukovo-Paß. Auf dem Prespa-See Fahrt mit zwei kleinen Marinebooten auf den See, Kommentar dazu durch Dr. J a k o v i j e v i ć und zum Abschluß der Besichtigung Mittagessen unterm Zelt als Gast der Marine. Die Weiterfahrt nach Bitolj geht durch das Perister-Gebirge über den Đavat-Paß durch das große Pelagonia-Becken, in dem die Stadt Bitolj liegt. Bitolj ist eine hoch interessante Stadt mit buntem Leben, Morgenland und Abendland vermischt, Moscheen und Kirchen neben-

einander. — Die Weiterreise am nächsten Morgen führt über Prilep, wo ein altes Kloster am Berghang und eine alte Festungsruine besichtigt werden, und wo das Mittagessen eingenommen wird, durch das stark zerklüftete Babuna-Gebirge über den Babuna-Paß zurück nach Skoplje. Unterwegs läßt uns ein Zufall die Vorführung von nationalen Tänzen erleben. — Am 5. September geht's mit der Bahn nach Mitrovica und dann mit Autos weiter nach Peć. Hier lernen wir wieder eine hochinteressante Stadt kennen, besichtigen alte Klöster, photographieren alte Volkstypen in malerischen Kostümen und absolvieren am nächsten Tag im Auto die interessanteste Strecke der Reise, 220 km durch die gebirgigste montenegrinische Landschaft. Die Bilder steigern sich, immer anders sind die Eindrücke. Am Abend eine Fahrt mit Dunkeln über den Skadar-See, eine Nachtfahrt im Auto durch das Gebirge nach Cetinje, dann am 9. die Autofahrt von Cetinje über den Gebirgskamm in unendlich vielen Serpentinien den Lovćen hinunter mit dem Blick auf die Bucht von Kotor (Cattaro) und schließlich die Ankunft in Dubrovnik (Ragusa) an der blauen Adria. Viel zu kurz ist die Zeit des Aufenthaltes in dieser schönen mittelalterlichen Festung. Allzu schnell hatten in den vergangenen Tagen die Eindrücke gewechselt, und die Adria-Fahrt auf dem schönen Schiff „Kronprinz Peter“ am 8. September bei herrlichem Wetter wurde allgemein als erholsam empfunden. — In Split gab es wieder Neues zu sehen, das eben errichtete Meeresinstitut, den Nationalpark auf dem Marjan, den Zoologischen Garten, den Palast des Diokletian und die schöne Stadt selbst, am Nachmittag das mittelalterliche Trogir mit seinen typischen Bauten.

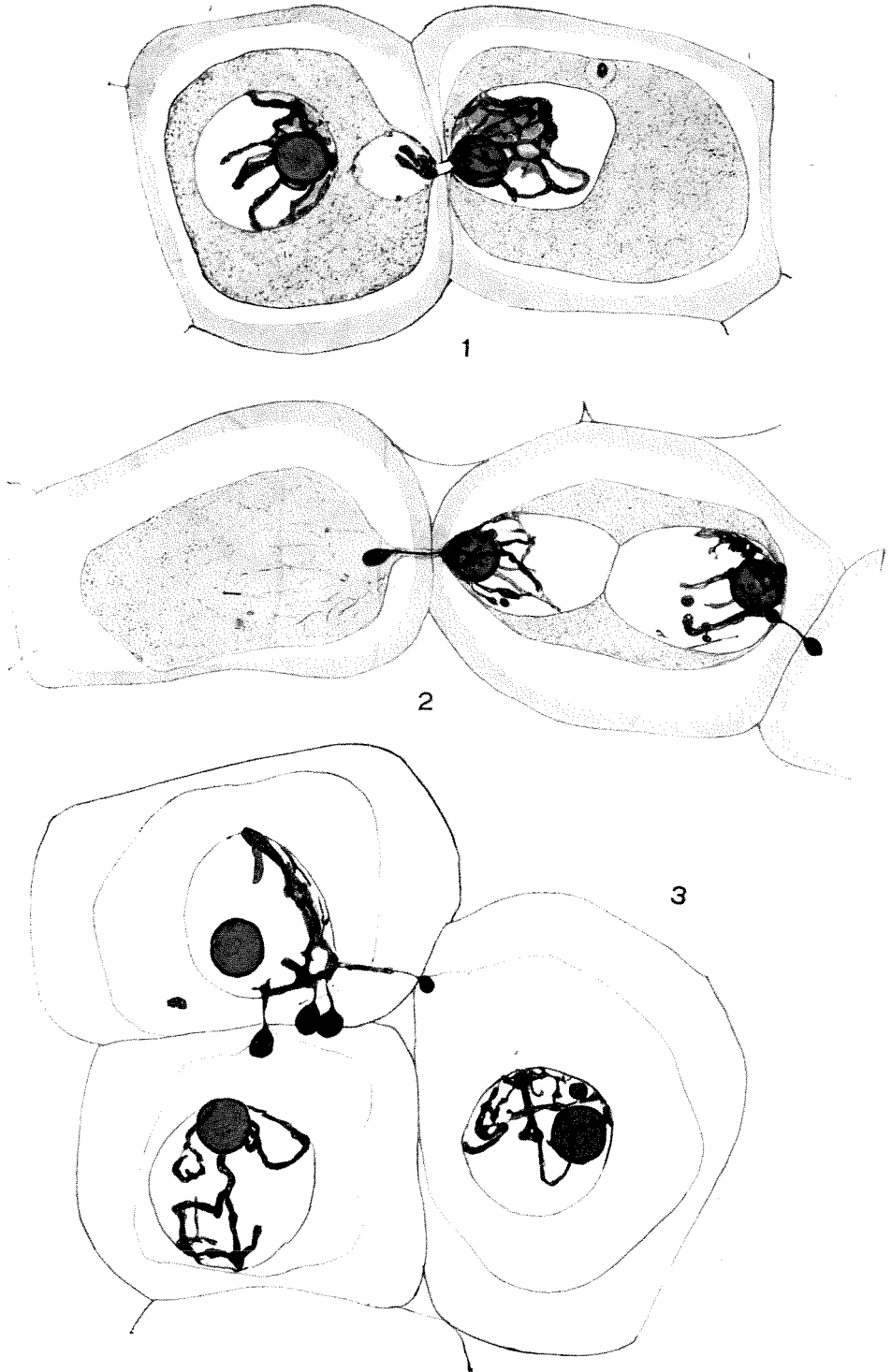
Am 10. September führt uns die Eisenbahn nach Norden und schließlich der Autobus an die Plitvice-Seen, die unter Führung von Professor P e v a l e k besichtigt werden. Glaubte man bisher eine Steigerung der von Tag zu Tag wechselnden Eindrücke sei unmöglich, so mußte man hier bekennen, doch wohl nunmehr das Schönste auf der ganzen Reise gesehen zu haben: die prachtvolle Farbe der Seen, die rauschenden Wasserfälle, die bizarren Formen der Inkrustationen der Höhlenbildung, alles das ergab für die Meisten ein niegesehenes Bild!

Am 12. September fand in Zagreb die Schlußsitzung der Versammlung statt, auf der die Behörden und wissenschaftlichen Institutionen vertreten waren und freundliche Begrüßungsworte

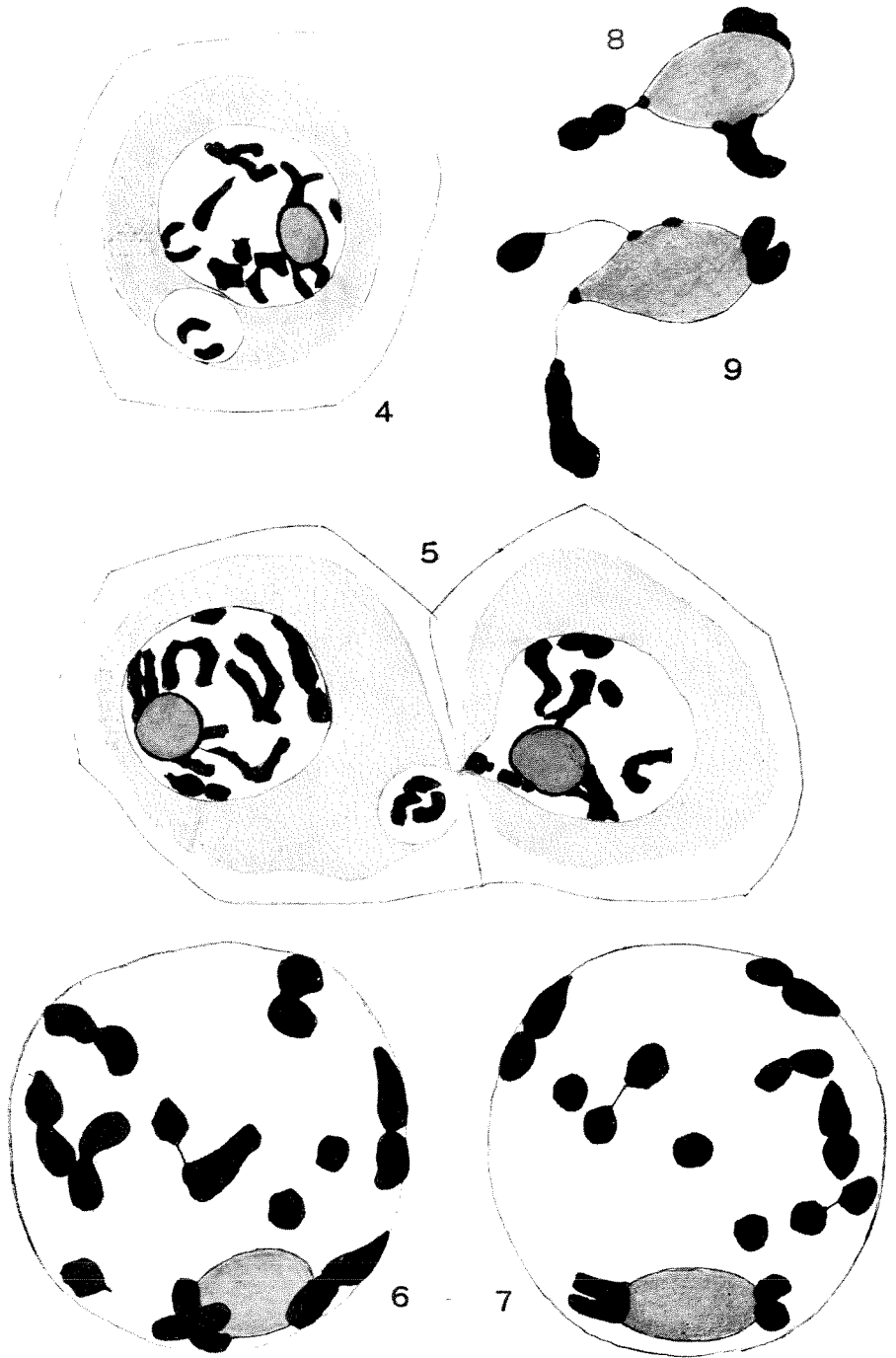
widmeten. Einige Beschlüsse wurden hier gefaßt, Resolutionen angenommen, die Neuwahlen vorgenommen und schließlich das Land für die nächste Tagung im Jahre 1936 bestimmt. Es wird die Einladung Frankreichs angenommen. Für die übernächste Tagung im Jahre 1938 wird die Einladung Schwedens angenommen. — Ein Huldigungstelegramm an den Protektor des Kongresses, S. M. der König Alexander I von Jugoslawien wird beschlossen, und mit einem Dankeswort an alle, die sich um das Zustandekommen des Kongresses bemüht haben, schließt der Vorsitzende der Vereinigung, Professor Thienemann, die Sitzung und die 7. Mitgliederversammlung. — Seinen Ausklang findet der Kongreß in Ljubljana, wo außer dem Stadtmuseum unter Führung von Herrn Dr. Kenk die Quelle der Krka und eine große Höhle besichtigt werden.

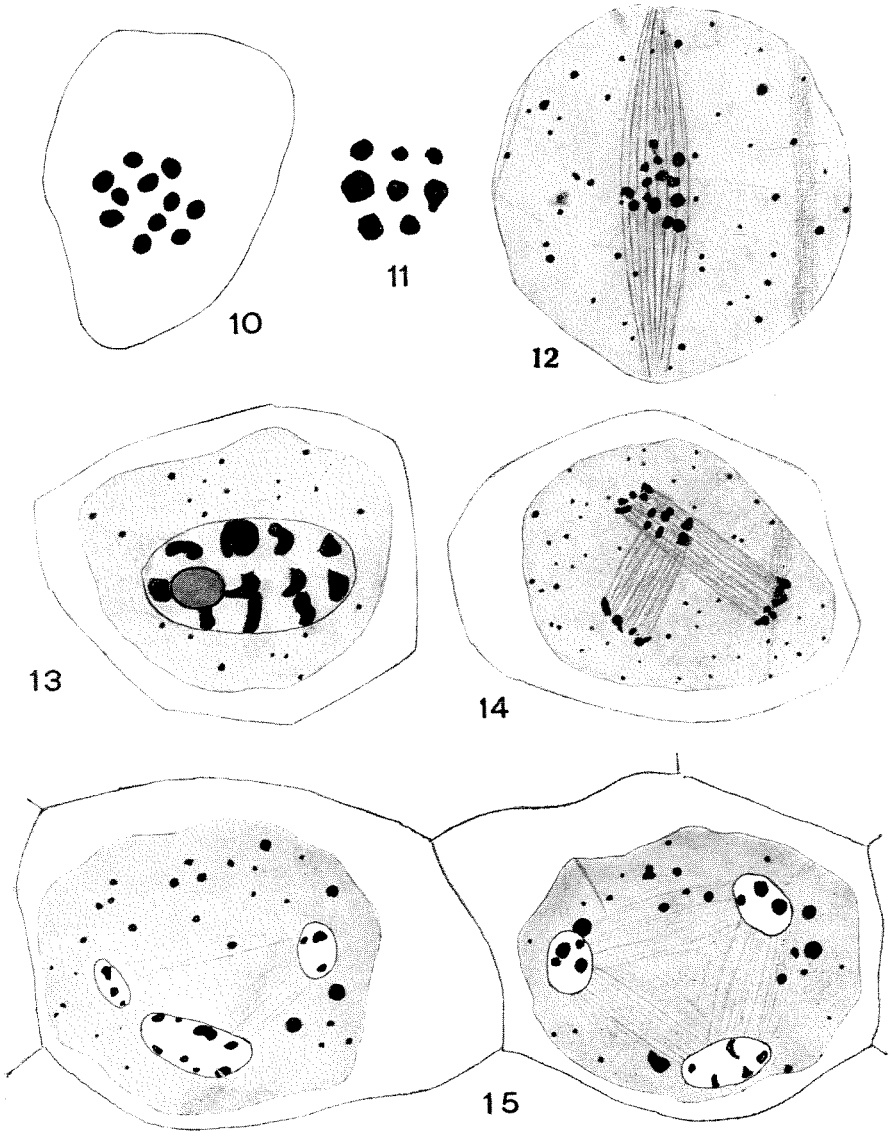
Diese 7. Mitgliederversammlung war ein Erlebnis ganz besonderer Art. Sie war jedenfalls kein Redekongreß, sondern ein ausgesprochener Reisekongreß. Wenn sie durchaus touristischen Charakter hatte, so ist das kein Nachteil. Die Teilnehmer haben ein Gesamtbild eines hoch interessanten Landes, das so Verschiedenartiges in sich birgt, gewonnen. Und ein solches Gesamtbild zu haben von einem Lande, das limnologisch so sehr viel bietet, ist auch für die reine Fachwissenschaft ein großer Gewinn. Darüber hinaus bietet gerade ein solcher Reisekongreß besonders schöne Gelegenheit zur gegenseitigen Fühlungnahme unter den Fachkollegen. Dieses Kennenlernen ist ja geradezu eine Vorbedingung für gute internationale Zusammenarbeit. Die Mitgliederversammlung war zahlreich besucht, rund 160 Teilnehmer waren gemeldet und auch fast alle erschienen; 20 verschiedene Länder waren durch Meldungen, 17 Länder tatsächlich vertreten. Daß die Organisation dieser komplizierten Exkursionen so gelang, ist zu danken erstens dem Entgegenkommen der jugoslawischen Regierung, der opferbereiten Mitarbeit aller jugoslawischen Kollegen, und nicht zuletzt der guten Organisation der Verkehrsgesellschaft »Putnik«. Alle Teilnehmer sind einig in dem Bekenntnis, daß diese Mitgliederversammlung ihnen alles in allem sehr viel geboten hat.

Lj. M. Glišić: Cytological observations on a *Salvia*-hybrid.



Lj. M. Glšić: Cytological observations on a Salvia-hybrid





Lj. M. Glišić: Über die Endosperm- und Haustorienbildung von Roettlera.

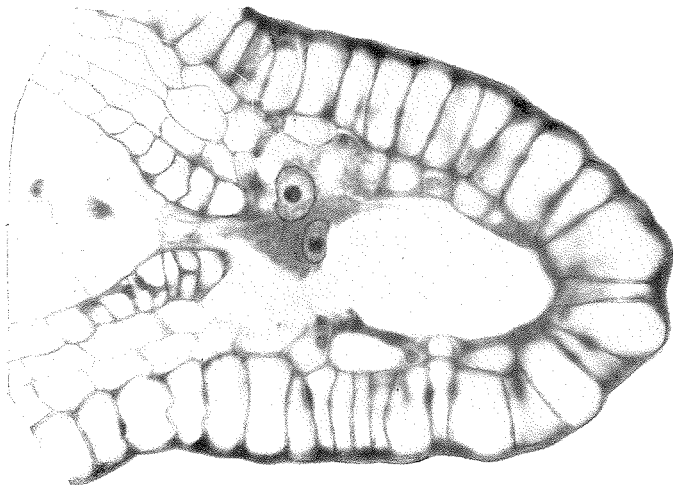


Fig. 2.

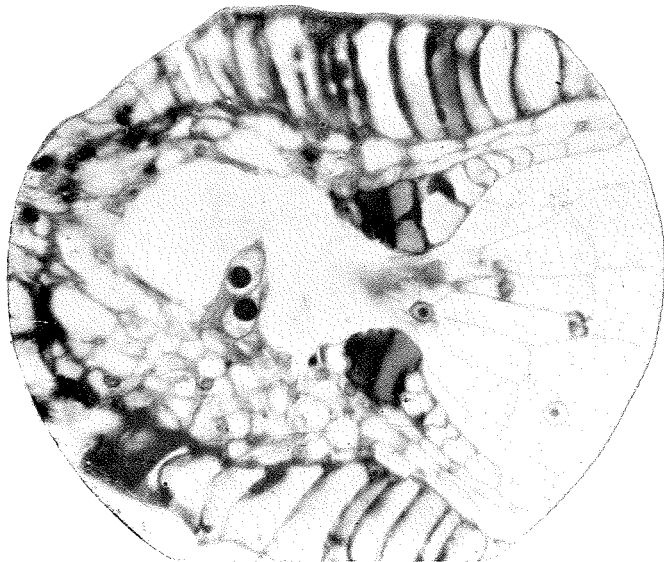


Fig. 1.

