

## COMITÉ DE RÉDACTION

Rédacteur en chef :

EUGEN PORA, membre de l'Académie de la République  
Socialiste de Roumanie

Rédacteur en chef adjoint :

R. CODREANU, membre correspondant de l'Académie de  
la République Socialiste de Roumanie

Membres :

MIHAI A. IONESCU, MIHAI BĂCESCU, OLGA NECRASOV,  
GRIGORE ELIESCU, membres correspondants de l'Académie  
de la République Socialiste de Roumanie; MARIA  
CALOIANU, secrétaire de rédaction.

Les manuscrits, les livres et les revues  
proposés en échange, ainsi que toute  
correspondance seront envoyés à la  
rédaction : 296, Splaiul Independenței,  
Bucarest, Roumanie

La «REVUE ROUMAINE DE BIOLOGIE — série de  
ZOOLOGIE» paraît 6 fois par an.

Le prix d'un abonnement annuel est de £ 2.10,0; \$ 6,— ;  
FF 29,— ; DM 24,—.

Toute commande de l'étranger (fascicules ou abonnements)  
sera adressée à CARTIMEX, Boîte postale 134—135, Bucarest,  
Roumanie, ou à ses représentants à l'étranger.

File 1469

BIOL. INV. 93

# REVUE ROUMAINE DE BIOLOGIE

— SÉRIE DE ZOOLOGIE —

TOME 14



N° 2

## SOMMAIRE

	Page
Ludwig Rudescu zu seinem 60. Geburtstag . . . . .	93
Liste des travaux scientifiques de Ludovic Rudescu . . . . .	99
DAGMAR DYKYJOVÁ, Kontaktdiagramme als Hilfsmethode für verglei- chende Biometrie, Allometrie und Produktionsanalyse von <i>Phragmites</i> - Ökotypen . . . . .	107
H. LIEBMANN, Erfassung und Steuerung der natürlichen Selbstreinigung . . . . .	121
R. LIEPOLT und E. WEBER, Versuche mit phytophagen Fischen ( <i>Cteno- pharyngodon idella</i> ) . . . . .	127
DRAGICA MATULOVÁ, Water quality examination by means of a <i>Chlamydo- monas</i> Test . . . . .	133
V. MUCHA und I. DAUBNER, Die Verwendung neuer hydromikrobiologischer Methoden bei der Erforschung der Donau in der ČSSR . . . . .	139
KÄTHE SEIDEL, Höhere Wasserpflanzen in ihrer Umwelt — eine Neuorien- tierung . . . . .	149
VLADIMÍR SLÁDEČEK, Über zwei Formen des Rädertieres <i>Collotheca bala- tonica</i> Varga . . . . .	157

9316



*Mr. L. Rudeman*

## LUDWIG RUDESCU

ZU SEINEM 60. GEBURTSTAG

Ludwig (Josef Urban) Rudescu (Rodewald) wurde am 25. Mai 1908 als ältestes von acht Kindern geboren.

Nach der Volksschule in Wien zwischen den Jahren 1914—1918 und der Mittelschule in seiner Heimatstadt bis 1927 belegte er daselbst die Naturwissenschaftliche Fakultät, die er im Jahre 1931 absolvierte. Im Jahre 1932 schrieb er sich bei Professor Eugen Botezat, dem bekannten Zoologen, Physiologen und Ökologen zum Doktorat ein. Im Jahre 1935 erhielt er den Titel eines Doktors der Naturwissenschaften mit einer Arbeit über die Rädertiere. Prof. Botezat, der die Arbeitskraft und das Talent des jungen Forschers erkannte, führte ihn der in Rumänien noch wenig verbreiteten Wissenschaft der Hydrobiologie und hier speziell der Limnologie und dem Studium des Donaudeltas zu.

So arbeitet Rudescu bis zum Jahre 1938 ehrenamtlich im Zoologischen Institut der Universität seiner Heimatstadt unter Leitung von Professor Botezat weiter, in welcher Zeit er neben den Rädertieren auch die Gastrotrichen- und Tardigradenfauna seiner Heimat, aber auch anderer Gebiete insbesondere des Donaudeltas, der Küstenseen und des Litoralgebietes des Schwarzen Meeres systematisch und ökologisch untersucht. In den Jahren 1936 und 1937 arbeitet er auch an der Zoologischen Station Agigea unter Leitung von Prof. I. Borcea und in den Jahren 1937—1938 auch am Bio-Ozeanographischen Institut Mamaia, unter Leitung von Prof. Gr. Antipa.

In den Jahren 1938—1942 unternimmt Rudescu eine Reihe von Studienreisen zur Spezialisierung, wobei er viele der größten hydrobiologischen, meeresbiologischen, limnologischen, ornithologischen und fischereilichen Institute, wie dieselben in Helgoland, Berlin-Friedrichs-

hagen, Plön-Holstein, Lunz-Österreich, Kaisermühlen-Wien, Lund, Stockholm, Göteborg, Uppsala, Hamburg, Kiel und Kopenhagen, sowie die ornithologischen Stationen Helgoland und Rybatschi besucht und hier eine zeitlang arbeitet. Hier hat er das Glück, von einer Reihe von berühmten Spezialisten in die Wissenschaft eingeführt zu werden, wie A. Thiene-mann, Lenz, Utermöl, Ohle, Czensusy, Willer, Schäperclaus, Hagemann, Drost, Schüz (Deutschland), Ruttner, Hämpel (Österreich), Gislén, Gunnar Alm und Sven Ekemann (Schweden).

Diese intensive Studien- und Dokumentationstätigkeit, die der Zweite Weltkrieg unterbrach, wurde im Jahre 1957 wieder aufgenommen und zwar mit einer Reise nach Prag an das Hydrobiologische Institut der Akademie, das Zoologische Institut der Universität und nach Třeboň an die Fischereistation. Im Jahre 1958 folgt eine Dokumentationsreise in die UdSSR nach Kiew, Moskau, in das Dnepr- und Wolga-Delta und nach Astrachan.

In den Jahren 1964 und 1965 besuchte er Holland, wobei er die Hydromeliorationsarbeiten am IJsselmeer und im Rheindelta, sowie eine Reihe der wichtigsten wissenschaftlichen Institute des Landes besichtigte. Wohl die wichtigste aller Reisen ist die 3monatige Besichtigung der Deltas des Euphrat und Tigris, des Hindus, des Ganges und Brachmaputras und eines seiner Nebenflüsse, der Surmah, sowie des Nildeltas zu bezeichnen. Bei dieser Gelegenheit wurden nicht nur die Deltas und ihre hydromeliorativen Prinzipien untersucht, sondern auch die wissenschaftlichen Institutionen in Dacca, Karachi, Bagdad und Kairo besucht, ein wissenschaftlicher Austausch mit führenden Professoren und Forschern vorgenommen und reiches Untersuchungsmaterial mitgebracht, das in 4 wissenschaftlichen Arbeiten niedergelegt wurde.

Dieses fruchtbare Jahr 1965 endet mit einer Reise in die Bundesrepublik Deutschland und nach Österreich, wo die hydrobiologischen und limnologischen Institute von Wien, Langenargen, München, Koblenz, Krefeld, Hamburg, Plön und Stuttgart besucht und die neuen Methoden der Forschung studiert wurden.

Im Jahre 1966 studiert er in Odessa und besucht das Delta der Nord-Dwina, sowie Institute in Archangelsk.

Im Jahre 1967, weilt er in der Tschechoslowakei in Erfahrungsaustausch und besucht das Hydrobiologische Institut der Akademie, das Institut für Abwasserforschung und dasselbe für Botanik an der Universität, arbeitet am Institut für Botanik der Akademie in Pruhoniče und Brno, an der Forschungsanstalt in Třeboň und am Hydrobiologischen und Hydromikrobiologischen Institut in Bratislava, wo er sich mit den wissenschaftlichen Methoden dieser Institute vertraut macht.

Im Jahre 1968 folgt eine Dokumentationsreise nach Ungarn, wo er die Institute für Zoologie, Ornithologie und Hydrobiologie in Budapest und Alsögöd, sowie das Biologische Institut der Akademie in Tihany und das Botanische Institut der Hochschule für Bodenkultur in Keszthely besucht. Auch die Teilnahme am internationalen Limnologenkongreß in Israel benützt Dr. Rudescu, um hydrobiologische und fischereiliche Institute dieses Landes kennenzulernen. Im selben Jahre wirkt Rudescu als Gastprofessor in Schweden, wo er limnologische Vorlesungen an den Universitäten Lund, Stockholm, Uppsala und Umeå hält und hier die limnologischen Institute besucht.

Eine kurze Reise nach Zürich und der Besuch des Institutes für Wissenschaft unter Leitung von Professor Jaag, sowie der hydrobiologischen Station Kastanienbaum beschließen diese Dokumentationsreisen, aus welchen zu ersehen ist, daß Dr. Rudescu sein ganzes Leben studierte und keine Mühe scheute, um mit der Entwicklung der Limnologie auf gleichem Schritt zu bleiben und insbesondere sich mit den Prinzipien der Deltaverwertung vertraut zu machen.

Dr. Rudescu ist Mitglied verschiedener wissenschaftlicher Gesellschaften:

Seit 1937 Mitglied der Deutschen zoologischen Gesellschaft;

Seit 1938 Mitglied der Internationalen Gesellschaft für theoretische und angewandte Limnologie und seit 1954 hier der Vertreter Rumäniens;

Seit 1960 Mitglied der Amerikanischen Gesellschaft für Mikroskopie und Biologie;

Seit 1967 Mitglied der Internationalen Gesellschaft für Naturschutz;

Seit 1968 Berater für Makrophyten in der IBP.-PF-Sektion.

Die wissenschaftliche und populärwissenschaftliche Arbeit Dr. Rudescus findet in 185 Arbeiten ihren Niederschlag, davon 13 monographische Werke sind. Drei davon wurden ausgezeichnet und zwar: eines mit dem Staatspreis für Biologie und Hydrobiologie im Jahre 1954, eines mit dem Racoviţapreis der Akademie (1963) und eines mit dem Murgocipreis der Akademie (1967).

Seine Hauptwirkungskreise sind: Zoologie und Ökologie der Wirbellosen, Hydrobiologie, angewandte Limnologie, Schilfrohr- und Fischkultur, Ornithologie und Jagdwissenschaft.

Dr. Rudescu ist Mitarbeiter an der Fauna des Schwarzen Meeres, die von der Akademie der Wissenschaften der UdSSR herausgegeben wird und hat hier die Gastrotrichen und Tardigraden des Schwarzen Meeres bearbeitet. Eine Monographie über das Schilfrohr der Welt ist in Vorbereitung, die in der Sammlung „Binnengewässer“ der Schweizerbartschen Verlagsgesellschaft erscheinen wird.

In Zoologie und Ökologie hat Dr. Rudescu die Rädertiere, Gastrotrichen und Tardigraden monographisch in der „Fauna der Sozialistischen Republik Rumänien“ bearbeitet und hier fast 1000 für Rumänien neue und 60 für die Wissenschaft neue Arten beschrieben.

In Hydrobiologie und Limnologie hat Dr. Rudescu einen bedeutenden Beitrag zur wissenschaftlichen Erkenntnis des Donaudeltas geleistet, wobei er die wissenschaftlichen Ergebnisse mit praktischen zu verbinden trachtete. Dies geschah hauptsächlich im Bereiche der Verwertung des Schilfrohes des Donaudeltas ohne Störung seines biologischen Gleichgewichtes und unter gleichzeitiger gemeinsamer Fischkultur, für welche Dr. Rudescu als einer der Wegebereiter unseres Landes angesehen werden kann.

In der Fischerwirtschaft hat Dr. Rudescu als einer der ersten künstliche Zander- und Störzucht betrieben und beschrieben. In Ornithologie hat er sich durch Beschreibung der Vogelwelt des Donaudeltas und des Vogelzuges einen Namen gemacht, während seine jagdwissenschaftlichen Arbeiten zur Kenntnis der Jagd fauna des Deltas sowie zur Erhaltung derselben bestimmend beigetragen haben.

Die wissenschaftliche und organisatorische Tätigkeit Dr. Rudescus haben ihn nicht daran gehindert, auch populärwissenschaftlich intensiv tätig zu sein (Vorträge in verschiedenen Gesellschaften und im Hörfunk im In- und Ausland, zahlreiche Artikel und Arbeiten im Wissenschaftlichen Verlag, im Meridiane-Verlag, sowie in verschiedenen Zeitschriften und Zeitungen des In- und Auslandes, außerdem hat er das Drehen von 6 Filmen im Donaudelta unterstützt).

Dr. Rudescu hat in seiner Tätigkeit folgende Stellen bekleidet:

Bis 1938 Mittelschulprofessor, zwischen 1938—1946, Biologe an der hydrobiologischen und fischereilichen Forschungsanstalt in Tulcea, deren Direktor er 1940 wurde. Von 1946—1947 Fischereiinspektor Siebenbürgens, 1948—1952 Leiter der biologischen Studiengruppe für Schilfverwertung, 1952—1963 Abteilungsleiter für Biologie und Hydromelioration des Schilfrohes im Forschungsinstitut für Cellulose, Papier und Schilfrohr, 1963—1967 wissenschaftlicher Rat für Biologie, 1967 bis zur Zeit Leiter der Abteilung für Limnologie im Institut für Biologie der Akademie (Tr. Săvulescu).

Dr. Rudescu war im Laufe der Jahre Mitglied zahlreicher Fachkommissionen, wie im Rate für Schilfrohr des Staatskomitees für Technik, im Rate der Generaldirektion für Hydro-Meteorologie, in der technisch-wissenschaftlichen Kommission der Akademie für das Donaudelta, in der Kommission für Naturschutz der Akademie, deren ordentliches Mitglied er jetzt ist, in der Fachkommission für die Deltaprobleme

des Ministerrates, in der hydrologischen Kommission der Akademie, deren Vizepräsident er seit 1963 ist, im Jagdrate der Jägervereinigung, deren Präsident er seit 1963 ist und in der neunten Kommission für Biologie des Nationalen Wissenschaftlichen Forschungsrates.

Dr. Rudescu vertrat unser Land bei zahlreichen Kongressen oder besuchte eine Reihe solcher als Vortragender wie den internationalen Limnologenkongreß in Schweden im Jahre 1938, den FAO-Kongreß in Kairo (1965), die Ornithologen-Tagung in Cambridge und Oxford (1966), die Donautagungen in Varna und Sofia (1966) und in Kiew (1967), die Europa-Ornithologen-Tagung am Balaton (1968) und den internationalen Limnologenkongreß in Israel (1968).

Die ganze wissenschaftliche Tätigkeit Dr. Rudescus wurde von unserer Partei und Regierung gebührend belohnt. So wurde er im Jahre 1954 mit dem Staatspreis ausgezeichnet und im Jahre 1963 zum korrespondierenden Mitglied der Rumänischen Akademie ernannt. Im Jahre 1963 wurde er mit dem Racovişapreis der Akademie und dem Arbeitsorden dritter Klasse und im Jahre 1965, mit demselben zweiter Klasse ausgezeichnet. Im Jahre 1967 erhielt ein Werk, das er zusammen mit Prof. A. C. Banu schrieb, den Murgocipreis der Akademie.

Seinen sechzigsten Geburtstag begeht Dr. Rudescu bei voller Schaffenskraft, was dazu berechtigt, neue wissenschaftliche Arbeiten von ihm und seiner Forschergruppe zu erwarten.

Prof. Dr. Doz. O. NECRASOV  
korrespondierendes Mitglied  
der Akademie der Sozialistischen  
Republik Rumänien

## Liste des travaux scientifiques de

LUDOVIC RUDESCU

1. *Contribuțiuni la cunoașterea faunei rotiferilor.* Congresul naturaliștilor, Bucurest, 1-3 mai, 1934, **1**, 3-5.
2. *Contribuțiuni la cunoașterea faunei Rotiferilor turbăriilor din sud-vestul Bucovinei muntoase.* Bul. Fac. Șt., 1934, **8**, 81-89.
3. *Proales micropus. Furcularia micropus.* Zool. Anz., 1934, **109**, 7-8, 22-223.
4. *Morphologische, ökologische und zoogeographische Bemerkungen zu Lecane levistyla Oloffson (Rotatoria, Lecanidae).* Zool. Anz., 1934, **110**, 11-12, 284-286.
5. *Fauna Rotiferilor. Sistematica, biologia și răspîndirea lor geografică.* Bul. Fac. Șt., 1935, **8**, 187-266.
6. *Rädertierfauna Rumäniens. I. Neue Rädertiere aus den Hochmooren, nebst Bemerkungen zur Gattung Bryceella Romane.* Zool. Anz., 1935, **111**, 3, 225-233.
7. *Contribution à l'étude de la faune de Rotifères.* Bul. Muz. Șt. Nat., 1935, **6**, 18-37.
8. *Beitrag zur Kenntnis der Tardigradenfauna Rumäniens.* Bul. Fac. Șt., 1936, **10**, 362-382.
9. *Neue und bemerkenswerte Rädertiere Rumäniens. II.* Zool. Anz., 1937, **118**, 235-248.
10. *Contribution à l'étude de la faune de Rotifères de Dobrogea.* Ann. Sci. Univ. Jassy, 1938, **28**, 141-172.
11. *Beitrag zur Kenntnis der Systematik und Ökologie der Gastrotrichenfauna der Dobrogea.* Zool. Anz., 1938, **124**, 74-80.
12. *Beitrag zur Ökologie der Gastrotrichen der Dobrogea.* Verh. dtsh. Zool. Gesellsch., 1939, **40**, 206-216.
13. *Rädertierfauna des Schwarzen Meeres. III.* Zoolog. Jahrb., Abt. System., 1939, **72**, 141-156.
14. *Beitrag zur Kenntnis der Tardigradenfauna Rumäniens nebst Betrachtungen über die Glazialreliktnatur einiger Tardigraden im allgemeinen und über den Ausdruck Glazialrelikt im besondern.* Zool. Jahrb., 1939, **72**, 3/4, 225-254.
15. *Congresul internațional de linnologie din vara 1939.* Rev. Șt. Adamachi, Iași, 1939, **26**, 78-80.
16. *Necesitatea și însemnătatea unei Instituțiuni Ornitologice în România.* Carpați, 1939, **4**, 114-118.
17. *Observațiuni ornitologice făcute în toamna anului 1938 în Delta Dunării.* Vinătorul, 1940, **21**, 2, 9-12.
18. *Rezultatul cercetărilor asupra păsărilor din Delta și România Sud-estică din iarna anului acestuia.* Vinătorul, 1940, **21**, 7, 15-16.

19. *Congresul Internațional de Limnologie*. Bul. inform. Min. Agric. Domen., 1940, **11**, 33—34.
20. *Situația vînatului din Delta Dunării și a regiunii în imediata apropiere de ea în primăvara anului 1940*. Carpați, 1940, **8**, 7, 194—196.
21. *Congresul Limnologiei din Suedia*. Bulet. Pisc. 1940, 7—9.
22. *Echilibrul în Delta Dunării*. Vînătorul, 1940, **21**, 11, 5—6.
23. *Weiterer Beitrag zur Kenntnis der Rädertier- und Gastrotrichenfauna...* Verh. Siebenb. Verein. f. Naturw., 1940, **89—90**, 1, 31—66.
24. *Rädertierfauna IV*. Zool. Anz., 1940, **130**, 11/12, 272—289.
25. *Rädertierfauna V*. Zool. Anz., 1940, **131**, 63—90.
26. *Beitrag zur Kenntnis des Einflusses der Donaugewässer auf den Mechanismus der Planktonproduktion der Küstengewässer des Schwarzen Meeres*. Verh. Int. Ver. th. ang. Limn., 1940, **9**, 276—287.
27. *Cîteva considerații teoretice și practice asupra creșterii artificiale a sturionilor*. Bul. inform. Min. Agric. Domen., 1940, **11**, 2, 6—11.
28. *Caracterul ornitogeografic al regiunii Deltai Dunării*. Carpați, 1940, **9**, 3, 1—3.
29. *Păsările din România*. Inst. Naț. Zootehnic, 1940, 280 p. (en collaboration avec G. D. Vasiliu).
30. *Einige interessante und wichtige Beobachtungen bei der künstlichen Zanderzucht im Donaudelta*. An. Inst. Cerc. Pisc. Rom., 1942, **1**, 89—96.
31. *Beitrag zur Kenntnis des Einflusses der Kanäle auf den Mechanismus der Planktonproduktion der Donaudeltaseen*. An. Inst. Cerc. Pisc. Rom., 1942, **1**, 1, 115—186.
32. *Influența Dunării asupra producției piscicole litorale a Mării Negre*. Bul. inform. Inst. Cerc. Pisc. Rom., 1942, **1**, 5, 4—7.
33. *Referat asupra activității Comisiei pentru studierea Deltai*. Bul. Com. Monum. Nat. Cluj, 1942, **10**, 1—4 (en collaboration avec D. Lintia et E. Botezat).
34. *Weitere Beobachtungen bei der künstlichen Zanderzucht im Donaudelta*. An. Inst. Cerc. Pisc. Rom., 1943, **2**, 349—360.
35. *Influența apelor Dunării asupra faunei litorale a Mării Negre*. Bul. Piscic., 1943, **4**, 5—7.
36. *Das Schilfproblem in Rumänien mit besonderer Berücksichtigung des Donaudeltas, im Lichte der Fischwirtschaft und Jagd dieses Landes und seine Beziehung zur Wirtschaft Mitteleuropas*. An. Inst. Cerc. Pisc. Rom., 1943, **2**, 153—214.
37. *Necesitatea unei stațiuni ornitologice în Delta Dunării*. Vînătorul, 1950, **2**, 1, 3—6.
38. *Echilibrul biologic în natură*. Vînătorul, 1950, **2**, 3, 7—8.
39. *Posibilitățile piscicole ale Județului Hunedoara. Problema cegei (Acipenser ruthenus L.) în Mureș*. Bul. Inst. Cerc. Pisc., 1950, **9**, 1, 113—118.
40. *Biologia clocitului în deltă*. Vînătorul, 1950, **2**, 5, 6—8.
41. *Ornitologia în R.P.R.* Vînătorul, 1950, **2**, 2, 5.
42. *Contribuții la problema valorificării stufului*. Rev. Păd. Lemn. Hîrt., 1951, **66**, 10—11, 33—45.
43. *Oaspeți de iarnă în Delta Dunării*. Vînătorul, 1951, **2**, 1, 5—6.
44. *Inundațiile Dunării și clocitul păsărilor de ballă*. Vînătorul, 1952, **4**, 6, 7—9.
45. *Contribuții la problema valorificării stufului în industria celulozei și hîrtiei*. Rev. Ind. Lemn. Cel. Hîrt., 1952, **7**, 23—27.
46. *Cercetări asupra fermentării soluțiilor reziduale bisulfite cu Oidium și Torula*. An. Inst. Cerc. exp. Ind. Lemn. Hîrt., 1952, **1**, 12, 425—434 (en collaboration avec P. Ivanovici).
47. *Paraziții animali ai stufului*. An. Inst. Cerc. exp. Ind. Lemn. Hîrt., 1952, **1**, 12, 405—409.
48. *Situația biologică a stufărilor din Matifa și Maliuc înainte și după amenajare*. An. Inst. Cerc. exp. Ind. Lemn. Hîrt., 1952, **1**, 12, 377—403.

49. *Studiul tehnico-științific al amenajării stufărilor regiunii Rusca — insula Sf. Gheorghe — Delta Dunării*. An. Inst. Cerc. exp. Ind. Lemn. Hîrt., 1952, **1**, 12, 339—375.
50. *Stuf, plaur și pescării în Delta Dunării*. Bul. Inst. Cerc. Pisc., 1952, **11**, 1, 28—32 (en collaboration avec C. S. Antonescu).
51. *Stuful și valorificarea lui*. Editura Tehnică, Bucurest, 1953, 1—306 (en collaboration avec S. Barbasch).
52. *Amenajările stufărilor din Delta Dunării, un mijloc de îmbunătățire a recollării stufului și a ridicării productivității calitative și cantitative a stufului*. Rev. Lemn. Cel., 1953, **4**, 25—31.
53. *Pelicanii din Delta Dunării*. Ocrotirea naturii, 1955, **1**, 107—121.
54. *Cercetări privitoare la exploatarea și prelucrarea ierbii indigene de mare*. Rev. Ind. Lemn. Cel. Hîrt., 1956, **7**, 354—359.
55. *Problema stufului în cadrul planului general de amenajare a Deltai Dunării*. Celuloză și Hîrtie, 1956, **5**, 5, 217—220.
56. *Principii biologice de amenajare a stufărilor din Delta Dunării în lumina noilor cerințe ale economiei socialiste din R.P.R.* Celuloză și Hîrtie, 1956, **5**, 10, 257—263.
57. *Contribuții la cunoașterea și valorificarea plaurului din delta Dunării (regiunea Iacob-Puiuleț-Lumina)*. Ocrotirea naturii, 1956, **2**, 141—158.
58. *Rezultatele obținute la amenajarea stuficolas a ostrovului Maliuc și contribuția la stabilirea planului general de amenajare a Deltai*. Celuloză și Hîrtie, 1957, **1** et **3**, 3—14, 43—50.
59. *Stuful și perspectivele exploatării lui în Delta Dunării*. Hidrobiol., 1958, **1**, 349—358 (en collaboration avec C. Niculescu).
60. *Din viața Deltai Dunării*. Ed. AGVPS, Bucurest, 1958, 1—414 (en collaboration avec M. Bodea).
61. *Înlăturarea generațiilor vechi de stuf prin ardere sau defrișare*. Celuloză și Hîrtie, 1958, **7**, 7, 279—281.
62. *Progrese realizate în problema de studii și experimentări privind stuficultura și unele constatări asupra efectelor lucrărilor de amenajare*. Celuloză și Hîrtie, 1958, **7**, 6, 220—222.
63. *Schilfrohr- und Fischkultur im Donaudelta*. Arch. Hydrobiol., 1958, **54**, 3, 303—339.
64. *Caracterizarea hidrobiologică a apelor din Delta Dunării*. Hidrobiologia, 1958, **1**, 291—302. Ed. Academiei (en collaboration avec C. S. Antonescu).
65. *Migrația păsărilor*. Ed. științifică, 1958, 149 p.
66. *Oaspeți de iarnă în Delta Dunării*. Vînătorul și Pescarul sportiv, 1958, **11**, 10—11, 19—20.
67. *Die wirtschaftliche Verwertung des Donaudeltas und die Erhaltung seiner Fauna und Flora*. Der Falke, Ed. Urania Leipzig-Jena, 1959, 188—194.
68. *Вопросы биологии тростника в условиях, необходимых для его развития*. In Материалы Советско-румынского совещания по обмену опытом в области использования тростника в целлюлозно-бумажной промышленности, 1959, **1**, Киев, 4—53.
69. *Realizări sovietice în biologia stufului, identificări și delimitări de zone și amenajări stuficole*. Celuloză și Hîrtie, 1959, **11**, 350—355.
70. *Noi rezultate, care dovedesc importanța indiguirilor submersibile la amenajarea terenurilor stuficole*. Celuloză și Hîrtie, 1959, **8**, 5, 141—144.
71. *Păsări rare sau pe cale de dispariție I*. Vînătorul și Pescarul sportiv, 1960, **13**, 8, 11—13.
72. *Păsări rare sau pe cale de dispariție II*. Vînătorul și Pescarul sportiv, **13**, 10, 10—12.
73. *Călifarul alb*. Vînătorul și Pescarul sportiv, 1960, **13**, 10, 12—13.
74. *Contribuții la studiul evapotranspirației stufului din delta Dunării*. Celuloză și hîrtie, 1960, **9**, 10, 315—318.

75. *Probleme biologice în mecanizarea exploatării stufului, ridicate în literatura sovietică de specialitate.* Celuloză și Hirtie, 1960, **9**, **3**, 5-6.
76. *Probleme biologice stuficole în lumina Directivelor celui de al III-lea Congres al P.M.R.* Celuloză și Hirtie, 1960, **9**, **9**, 277-280.
77. *Influența canalelor asupra situației hidrobiologice a stufăriilor din Delta Dunării.* Celuloză și Hirtie, 1960, **9**, **4**, 102-105.
78. *Metode de plantare și răspândire artificială a stufului.* Celuloză și Hirtie. — Note tehnice, 1960, **9**, **5**, 161-164.
79. *Rotatoria, Fauna R.P.R.* Ed. Academiei, Bucurest, 1960, 1192 p.
80. *Rädertierfauna Rumäniens VI.* Zool. Anz., 1960, **164**, **11-12**, 450-468.
81. *Schilfrohr- und Fischkultur im Donaudelta.* Verhandl. Internat. Ver. Limnol., 1961, **14**, **2**, 695-699.
82. *Influența condițiilor de viață asupra caracteristicilor stufului din Delta Dunării.* Celuloză și Hirtie, 1961, **10**, **7-8**, 243-248.
83. *Însușirile fiziologice ale stufului. (Phragmites communis Trin.) în lumina amenajărilor hidrotehnice.* Celuloză și Hirtie, 1961, **10**, **1**, 1-4.
84. *Amenajările stuficole din Delta Dunării și eficiența lor.* Celuloză și Hirtie, 1961, **10**, **2**, 33-42.
85. *Problema stufului în Delta Dunării.* Meteor. hidrol. gosp. apelor, 1962, **7**, **1**, 1-5 (en collaboration avec I. Chivu).
86. *Vînatul și vîntoarea în R.P.R.* Ed. AGVPS, 1962, 300 p. (en collaboration avec AGVPS).
87. *Metodele de determinare a productivității biologice și industriale stuficole în Delta Dunării.* Celuloză și Hirtie, 1962, **11**, **4**, 121-125.
88. *Устройство камышовых хозяйств в Дельте Дуная и их эффективность.* Анн. рум. — сов. — Бюл., 1962, **1**, 21-34.
89. *Rädertierfauna Rumänien's. VII. Neue und bemerkenswerte Rädertiere aus Rumänien.* Zool. Anz., **167**, **9-12**, 341-359.
90. *Terenurile inundabile în economia Deltii Dunării.* Hidrobiologia, 1963, **4**, 503-513.
91. *Considerațiuni asupra defolierii timpurii a stufului din Delta Dunării.* Celuloză și Hirtie, 1963, **12**, **7**, 209-213 (en collaboration avec VI. Ziemiankowschi).
92. *Noi progrese în cercetarea biologiei stufului.* Hidrobiologia, 1963, **4**, 387-399.
93. *Einflüsse der Lebensbedingungen auf die Eigenschaften des Donaudelta-Schilfrohes.* In: *Aktuelle Fragen der Chemie und Technologie des Zellstoffes.* Ed. Academiei, Bucurest, 1963, 213-224 (en collaboration avec T. Burova).
94. *Considerații asupra defolierii timpurii a stufului în Delta Dunării.* Celuloză și Hirtie, 1963, **12**, **7**, 209-213.
95. *Tardigrada, Fauna R.P.R.* Ed. Academiei, Bucurest, 1963, 398 p.
96. *Das Naturschutzgebiet im Donaudelta (Rumänische Volksrepublik).* Geschützte Wildnis. Ziensen Verlag-Wilttenberg-Lutherstadt, 1964, 89-100.
97. *Rezultate biologice noi în amenajările stuficole.* Celuloză și Hirtie, 1964, **5-6**, 161-168.
98. *Etapizarea creșterii productivității stuficole în lumina ultimelor rezultate biologice.* Celuloză și Hirtie, 1964, **13**, **7**, 225-227.
99. *Realizări în problema exploatării mecanizate a stufului din Delta Dunării în ultimii 10 ani.* Celuloză și Hirtie, 1964, **13**, **7**, 268-278 (en collaboration avec E. Ciobanu, C. Niculescu et I. P. Chivu).
100. *Justificarea introducerii unui volum de apă în incintele indiguite.* Celuloză și Hirtie, 1965, **7**, 150-155.
101. *Neue biologische Probleme bei den Phragmiteskulturarbeiten im Donaudelta.* Arch. Hydrob. Suppl., Bd. **30**, **1**, 80-111.

102. *Monografia stufului din Delta Dunării.* Ed. Academiei, Bucurest, 1965, 542 p. (en collaboration avec C. Niculescu et I. P. Chivu).
103. *Problema primenirii apei în perioada de rafinare a apei în incintele stuficole amenajate în lumina considerațiilor biologice.* Celuloză și Hirtie, 1965, **14**, **11**, 527-531.
104. *Problemele biologice de stuficultură și aplicarea lor în ramuri învecinate.* Progr. științei, Centr. Doc. Acad., 1965, **2**, 41-46.
105. *Cercetări pentru identificarea elementelor în funcții speciale în nutriția plantei pe componenții morfologici ai tulpinii de stuf.* Celuloză și Hirtie, 1965, **14**, **7-9**, 480-485 (en collaboration avec E. Popescu, E. Reichmann, O. Stătescu).
106. *Delta Dunării. Studiu monografic.* Ed. științifică, 1965, 300 p. (en collaboration avec A. C. Banu).
107. *Die ornithologische Forschung in der Sozialistischen Republik Rumänien.* XIV. Intern. Kongr. f. Ornith. Oxford 22.-30.VI.1966, 80-82.
108. *Delta Dunării, monument al naturii.* Ed. Meridiane, Bucurest, 1966, 95-103 (en collaboration avec M. Băcescu).
109. *Die Entwicklung der hydrobiologischen Forschungen in der Sozialistischen Republik Rumänien.* Rev. Roum. Biol.-Zool., 1966, **11**, **5**, 351-377.
110. *Beitrag zur Kenntnis der Hydrobiologie der natürlichen und kultivierten Schilfrohrgebiete des Donau-Deltas.* Verh. int. Ver. Limnol., 1966, **16**, **3**, 1603-1608.
111. *Studiul comparativ al stufului din țări cu climă diferită I. Morfologia.* Celuloză și Hirtie, 1966, **15**, **6**, 226-231 (en collaboration avec E. Popescu).
112. *Studiul comparativ al stufului din țări diferite. II. Anatomia.* Celuloză și Hirtie, 1966, **15**, **11**, 425-429 (en collaboration avec E. Popescu).
113. *Studiul comparativ al stufului din țări cu climă diferită III. Ecologia.* Celuloză și Hirtie, 1966, **15**, **12**, 455-457 (en collaboration avec E. Popescu).
114. *Dezvoltarea cercetărilor hidrobiologice în Republica Socialistă România.* St. cerc. Biol. — Zool. 1966, **18**, **5**, 425-430.
115. *Die optimalen hydrobiologischen Bedingungen für gemeinsame Schilfrohr- und Fischkultur im Donaudelta.* Colloquium Decennale Danubium. Acad. Bulg. Sci., Sofia, 1966.
116. *Bird preservation in Rumania.* X — Bulletin of the international Council for Bird preservation, Cambridge 1967. 184-185. Publications of the ICBP, London, 1967.
117. *Gastrotrichi noi pentru Marea Neagră (Sistematica, ecologia și zoogeografia grupului).* Hidrobiologia, 1966, **7**, 103-130.
118. *Delta Dunării. Limnologia sectorului românesc al Dunării. Studiu monografic.* 1967, 427-471, Ed. Academiei.
119. *Das Donaudelta.* Limnologie der Donau, 1967, **3**, 295-315.
120. *Die biologischen und hydroameliorativen Prinzipien, die mit der komplexen Verwertung der eingedämmten Schilfrohereinheiten des Donaudeltas verbunden sind.* Colloquium Undecennale Danubium. Acad. des Sci. d'Ukraine, Kiew, 1967.
121. *Beitrag zur Kenntnis der Hydrobiologie kultivierter und nicht kultivierter Schilfrohrflächen.* Verh. d. Int. Ver. f. theor. u. angew. Limnol., 1967, **16**.
122. *Stuficultura, dans Limnologia sectorului românesc al Dunării. Studiu Monografic.* Ed. Academiei, 1967, 517-528.
123. *Gastrotricha, Fauna R.S.R. Trochelmintes* 1967, **2**, **3**, Ed. Academiei, 287 p.
124. *Stuful. Tratatul de Economie-Națională 1968,* **3**, 1-32, Ed. Academiei (en collaboration avec A. C. Banu).



125. Der Einfluß der Umweltbedingungen auf die Produktivität (Photosyntheseintensität) des Schilfrohes (*Phragmites communis* Trin.) des Donau-Dniepr- und Wolgadeltas, von Mesopotamien, Ost- und Westpakistan und des Nildeltas. IX. Kongreß I.B.P. in Varna, Bulgarien, 1968, 1-7.
126. Amenajările complexe din Delta Dunării și principiile biologice și hidroameliorative legate de realizarea și valorificarea lor. Volume jubilaire « Gr. Antipa », 1968.
127. Jahresbericht über die Tätigkeit des nationalen Vogelschutzrates der Sozialistischen Republik Rumänien im Jahre 1967. Kongreß der Kontinentalen Sektion des I.C.B.P. Balatonszemes, 1968, 1-2 (en collaboration avec V. Pușcariu).
128. Vergleichende Untersuchungen über benthonische und phytophile Zoocenosen einiger emerger Makrophyten des Donaudeltas, mit besonderer Berücksichtigung von *Phragmites communis* Trin. Colloquium duodecimale S.I.L. « Donauforschung », Zurich, 1968, 1-8 (en collaboration avec V. Popescu-Marinescu).
129. Beitrag zur Kenntnis des gegenseitigen Einflusses der Donau und des Schwarzen Meeres. XVII. Internationaler Kongreß für Limnologie. S.I.L. Izrael 1968, 1-10 (en collaboration avec V. Popescu-Marinescu).
130. Die Rotatorien, Gastrotrichen und Tardigraden der Schilfrohrgebiete des Donaudeltas. Hydrobiologia, 1968, 9, 195-202.
131. Cercetările limnologice în Republica Socialistă România și perspectivele lor pe plan național și internațional. Hydrobiologia, 1968, 9, 3-11.
132. Conștăuirea națională de limnologie. Hydrobiologia, 1968, 9, 11-16.
133. Die Tardigraden des Schwarzen Meeres. Hydrobiologia, 1969, 10.
134. Bibliografia românească asupra Dunării și Deltii Dunării. Ed. UNESCO, 350 [p. (en collaboration avec A. C. Banu).

### Liste des travaux de vulgarisation de

LUDOVIC RUDESCU

135. Formele de braconaj în Delta Dunării. Vinătorul, 1941, 22, 6, 143-145.
136. Standul piscicol de la expoziția camerei de agricultură Tulcea în toamna anului 1943. Bul. Inst. Cerc. Pisc. Rom., 1943, 3, 1, 3-4.
137. Perspectivele de vânătoare în sezonul viilor în Delta Dunării. Vinătorul, 1949, 9, 1-2.
138. Vânătoarea la cocori. Vinătorul, 1949, 12, 19-21.
139. Pasajul de toamnă în Delta Dunării. Almanahul Vinătorilor, 1950, 2, 163-168.
140. Gospodăria vânătoarească în Delta Dunării. Vinătorul, 1950, 2, 3, 2-3.
141. Au sosit cocorii. Vinătorul, 1950, 2, 4, 4-5.
142. Vânătoarea de găște la copile. Vinătorul, 1950, 2, 8, 5-9.
143. Vînatul de baltă în Delta Dunării. Vinătorul, 1950, 2, 10, 2-3.
144. Pasajul de toamnă. Vinătorul, 1950, 2, 11, 3-5.
145. Animale răpitoare din Delta Dunării. Vinătorul, 1950, 2, 12, 3-4.
146. Mistrețul în Deltă. Vinătorul, 1951, 3, 1, 11.
147. Lupul în Delta Dunării. Vinătorul și Pescarul Sportiv, 1951, 2.
148. Campania de pază a vînatului de baltă. Vinătorul, 1951, 3, 3, 22-24.

149. Sitarii și biologia lor. Vinătorul, 1951, 3, 4, 11-13.
150. Scurtă privire asupra sezonului de vîntoare de primăvară în Delta Dunării. Vinătorul, 1951, 3, 5, 21-23.
151. Despre păsările răpitoare din Deltă. Vinătorul, 1951, 3, 8, 5-7.
152. Cocorul clocește la noi în țară? Vinătorul, 4, 4, 5-8.
153. Vînarea și prinderea vidrei. Vinătorul, 1952, 4, 6, 9-12.
154. Năpîrlirea păsărilor de vînat și pericolul legat de acest fenomen. Vinătorul, 1952, 4, 8, 9-11.
155. Rezultatele clocitului păsărilor de baltă. Vinătorul, 1952, 4, 7-8, 34-40.
156. Despre stîrci, lopătari și egrete. Vinătorul, 1952, 4, 10, 9-10.
157. Mistrețul în deltă. Vinătorul, 1952, 4, 10, 18-19.
158. Aspecte de iarnă din Delta Dunării. Vinătorul, 1953, 5, 1, 6-10.
159. Pasajul din primăvara aceasta. Vinătorul, 1953, 5, 5, 3-4.
160. Vîntoarea de lupi în Delta Dunării. Vinătorul, 1953, 5, 7, 7-8.
161. Das Schilfproblem in der Rumänischen Volksrepublik. Neuer Weg, 1954, avril.
162. Contribuții la problema valorificării stufului. Materia primă. Natura, 1953, 15-22.
163. Importanța stuferiilor pentru economia vînatului. Vinătorul și Pescarul Sportiv, 1954, 6, 12, 5-6.
164. Das Schilf als Futtermittel. Neuer Weg, 1954, mai.
165. Das Schilf in der chemischen und pharmazeutischen Industrie. Neuer Weg, 1954, juin.
166. Das Schilf als Rohstoff in der Zellulose-Industrie. Neuer Weg, 1954, juillet.
167. Bizamul în Delta Dunării. Vinătorul și Pescarul Sportiv, 7, 5, 17-19.
168. Pasajul din Delta Dunării primăvara aceasta. Vinătorul și Pescarul Sportiv, 1955, 7, 4, 5-6.
169. Pasajul de păsări în Delta Dunării. Vinătorul și Pescarul Sportiv, 9, 5, 14-15.
170. Delta Dunării. Evoluția, viața și bogățiile ei. I<sup>o</sup> éd. Coll. SRSC.
171. Delta Dunării. Frumusețile și bogățiile ei. Știință și Tehnică, 1957, 9, 2, 1, 39-41.
172. Wild und Jagd im Donaudelta. Forst und Jagd, 1957, 7, 5, 209-211.
173. O vîntoare de găște în Deltă. Vinătorul și Pescarul Sportiv, 1957, 10, 2, 12-13.
174. Însemnări despre pasajul păsărilor. Vinătorul și Pescarul Sportiv, 1957, 10, 9, 11-12.
175. Delta Dunării, genză și evoluție. I<sup>o</sup> éd., Ed. științifică, Coll. SRSC, 1959, 100 p. (en collaboration avec A. C. Banu).
176. Noua economie a deltei și vînatul. Vinătorul și Pescarul Sportiv, 1960, 13, 12, 5-6.
177. Delta Dunării. Evoluția, viața și bogățiile ei. II<sup>o</sup> éd., Ed. științifică, Coll. SRSC, 1960, 120 p. (en collaboration avec A. C. Banu).
178. A Duna Delta. Coll. SRSC, 1961, 120 p. (en collaboration avec A. C. Banu).
179. Folosirea radarului în cercetarea migrației păsărilor. Vinătorul și Pescarul Sportiv, 1962, 15, 10, 6.
180. Pasajul de toamnă din deltă. Vinătorul și Pescarul Sportiv, 1963, 16, 1, 2-3.
181. Omul și vînatul de baltă. Vinătorul și Pescarul Sportiv, 1963, 16, 3, 2-3.
182. Vînatul cu pene din Delta Dunării. Vinătorul și Pescarul Sportiv, 1963, 16, 12, 7-8.
183. Probleme cinegetice actuale. Vinătorul și Pescarul Sportiv, 1964, 16, 10, 11-12.
184. Cîinele Enot, dăunător în Delta Dunării. Vinătorul și Pescarul Sportiv, 1966, 13, 2, 8-9.
185. Cioara grivă ardeleană în Delta Dunării. Vinătorul și Pescarul Sportiv, 1968, 20, 4, 13-14.

KONTAKTDIAGRAMME ALS HILFSMETHODE  
FÜR VERGLEICHENDE BIOMETRIE, ALLOMETRIE  
UND PRODUKTIONSANALYSE  
VON *PHRAGMITES*-ÖKOTYPEN\*)

VON  
DAGMAR DYKYJOVÁ

Kontaktkopien frischer, zu biometrischen Messungen bestimmter oberirdischer Organe von *Phragmites communis* Trin., stellen gut vergleichbare Diagramme für nachträgliche rechnerische Bewertung dar. Sie ergeben z.B. gut meßbare Histogramme der Summen von einzelnen, in individueller Sproßentwicklung nacheinanderfolgenden Internodien, Blattscheiden, Blattspreiten und Blütenrispen. Sie widerspiegeln auch die Abweichungen des Wachstumsverlaufes verschiedener Ökotypen oder physiologischer Rassen, die in verschiedenen Standortbedingungen ausgewachsen sind.

Mit Hilfe allometrischer Korrelationen des Zuwachses einzelner Halmglieder, deren ontogenetischer Wachstumsrhythmus unter dem Einfluß verschiedener ökologischer Bedingungen quantitativ abweichend verlaufen kann, ist es möglich, die verschiedene Produktionskapazität einzelner Ökotypen zu vergleichen.

Die Methode wird an einigen Beispielen der Kontakt-Histogramme zweier mitteleuropäischer Substratökotypen von *Phragmites communis*, sowie an verschiedenen Halmen von klimageographisch abweichenden Standorten Europas demonstriert.

Die jährliche Produktion der oberirdischen Biomasse von Schilfrohrbeständen wird quantitativ durch zwei Parameter bestimmt: Durch die Größe bzw. das Trockensubstanzgewicht der einzelnen Sprossen (Halme) und durch die Anzahl der Halme pro Flächeneinheit des Bodens. Der maximale Ertrag hängt vom optimalen Verhältnis beider Parameter ab. Allzu dichte Bestände charakterisieren sich durch dünne und manchmal auch kürzere Halme und ihre Produktion ( $g/m^2/Jahr$ , oder  $q/ha/Jahr$ )

\*) Die Versuchsergebnisse dieser Arbeit stellen einen Anteil der tschechoslowakischen Teilnahme an dem Projekt „Phragmites-Productivity of wetlands“ im Rahmen des Internationalen Biologischen Programms dar.

ist nicht zu groß. Ebenso können die größten und dicksten Halme nur in weniger Exemplaren auf derselben Flächeneinheit des Substrates aufwachsen und ihre Gesamtproduktion ist auch nicht die größte. Dieses, durch die Konkurrenz gegebene Ertragsverhältnis zwischen Gewicht und Anzahl der Pflanzen gilt sowohl für Kultivars wie für Naturbestände der Wildpflanzen. Es wurde in reinen Beständen (Monozöosen) von *Phragmites communis* nicht nur mehrmals konstatiert (Tóth 1960, Tóth, Szabó u. Felföldy 1963, Popov 1964), sondern auch in Korrelation gebracht (Bernatowicz u. Pieczynska 1965).

Freilich gibt es, sowie bei den Kulturpflanzen, physiologische Rassen und Ökotypen (Phänotypen) von *Phragmites communis*, die sich durch größere Abweichungen des ganzen Habitus sowie Differenzen in der Größe (Länge und Dicke des Halmes), Blattfläche, Rispengröße u.a. unterscheiden. Es existieren aber auch Unterschiede in den hydrologischen, bodenchemischen, klimatischen u.a. Standortbedingungen, die den Habitus und folgenderweise auch die Produktivität bestimmen. Björk (1967) widmete neuerdings in seiner schönen ökologischen Monographie über *Phragmites communis* viel Aufmerksamkeit der Frage der Variabilität dieser Art und ihren ökologischen sowie genetischen Ursachen (wie z.B. Polyploidie). Er spricht über verschiedene „Klonen“, zwischen welchen man noch

Tabelle 1

Gradient biometrischer Merkmale zweier Schilfrohrökotypen von Südböhmen (Tschechoslowakei). September 1965  
S = Sumpfiger, saprober Ökotyp  
V = Litoral-oligotropher Ökotyp

Nr. des Organs von der Basis	Länge der Internodien, cm		Durchmesser der Internodien, mm		Länge der Blattscheiden, cm		Fläche der Blattspreiten, cm <sup>2</sup>		Trockengew. der Internodien, g		Trockengew. der Blattspreiten, g	
	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V
1	9	9	9,7	6,1	—	—	—	—	1,56	—	—	—
2	15	16	9,8	5,0	15	—	—	—	2,80	0,12	—	—
3	19	21	9,8	5,2	19,5	19	—	—	3,00	0,22	—	—
4	21,5	20,5	10,5	5,4	23	18	—	—	3,25	0,38	—	—
5	23,5	18,0	10,8	5,6	22	20,0	31,1	—	3,00	0,32	0,30	—
6	23	17,5	9,6	5,8	22,5	20,0	88,3	—	2,72	0,70	0,80	—
7	21	14,5	9,8	5,4	23	17,5	87,4	—	2,20	0,70	0,90	—
8	17	12,0	8,4	4,8	22	17,0	125	—	1,60	0,70	1,20	—
9	16,5	10,0	8,0	5,0	20,5	15,5	129	—	1,40	0,65	1,25	—
10	12,5	7,0	7,6	4,5	19	15,0	130,7	—	1,05	0,60	1,30	—
11	12,5	7,0	7,4	4,0	18	14,5	132	—	1,10	0,52	1,35	—
12	11,5	6,5	7,0	3,6	18	14,0	124	—	0,80	0,50	1,20	—
13	11,5	5,5	6,6	3,4	18	13,0	120,1	—	0,62	0,50	1,05	—
14	11	6,5	6,2	3,1	18	12,5	118,8	—	0,52	0,50	1,05	—
15	11	6,0	6,2	2,0	18,5	12,0	121,8	—	0,50	0,48	1,00	—
16	9,5	5,5	6,4	3,0	18,5	11,5	113,6	—	0,40	0,45	1,00	—
17	9	4,5	6,0	3,0	18	11,5	101,2	—	0,32	0,42	1,00	—
18	8	4,5	5,8	2,8	18,5	12,0	96,7	—	0,22	0,40	0,95	—
19	8	5,0	5,8	2,9	18,5	11,5	87,3	—	0,24	0,35	0,90	—
20	16	5,0	5,4	2,8	18	10,0	72,1	—	0,60	0,30	0,70	—
21	—	10,5	—	2,4	—	10,0	—	—	—	—	—	—

weitere Standortmodifikationen unterscheiden kann (S. 187—230). Rudescu (1958) hat in dem Donaudelta 10 ökonomisch bedeutende Schilfbiotope beschrieben, die sich unter verschiedenen hydrologischen, geomorphologischen, edaphischen u.a. Bedingungen entwickelt haben und die sich durch verschiedene Qualität und Produktionsgröße der Halme äußern.

Die Halmgröße und infolgedessen auch die Produktion wird vor allem durch hohes Niveau der Mineralsubstanzen (Rudescu 1958, Gorham u. Pearsall 1956, Hejny 1960, Björk 1967 u.a.) bedingt. „Insbesondere ist es das Element Calcium, dessen Anwesenheit für eine Aufrechterhaltung der Schilfrohrproduktivität unerlässlich ist“ (Rudescu 1958).

Bei der Charakterisierung der Produktivität des gegebenen Schilfrohrbestandes, bzw. Schilfrohrökotyps, kann man neben den Gewichtsangaben auch die biometrischen Parameter wie z.B. Länge, Breite, Fläche, Trockensubstanz, Aschengehalt u.a. von einzelnen Organen, wie Internodien, Blattscheiden, Blattspreiten, sowie der ganzen Sprossen, bestimmen. In Tabelle 1 bis 3 wird ein Beispiel aus den Arbeitsprotokollen bei den biometrischen Vergleichsmessungen zweier Schilfrohrökotypen angeführt. Manche von solchen Messungen können ins Regressionsverhältnis mit der Produktivität gebracht werden, soweit eine statistisch genügend repräsentative Halmenanzahl durchgemessen wurde.

Tabelle 2

Gradient biometrischer Merkmale zweier südböhmischen Schilfrohrökotypen. 14. Juli 1967  
S = Sumpfiger, saprober Ökotyp  
V = Litoral-oligotropher Ökotyp

Nr. des Organs von der Basis	Länge der Internodien, cm		Trockengewicht der Internodien, g		Aschensubstanz der Internodien		Länge der Blattscheiden, cm		Trockengewicht der Blattscheiden, g		Aschensubstanz der Blattscheiden	
	S	V	S	V	Smg	S%	S	V	S	V	Smg	S%
1	11	9,5	1,6	1,0	38	4,2	12,5	10,5	0,20	0,20	4	2,7
2	17	16	2,3	1,8	61	3,8	15	13	0,20	0,20	7	3,6
3	21	25,5	2,7	2,4	73	3,4	18,5	18	0,35	0,30	9	3,6
4	19,5	29,0	2,4	2,4	81	3,4	22	21,5	0,40	0,40	15	4,4
5	21	26,5	2,4	2,4	70	3,2	22,5	22	0,52	0,40	32	7,4
6	20,5	24,5	2,0	2,2	63	3,2	21	22	0,50	0,50	52	11,1
7	16,5	20,5	1,5	1,7	57	3,6	21	21,5	0,50	0,60	53	10,8
8	16	21	1,4	1,1	42	3,5	20,5	21	0,60	0,60	58	11,1
9	15,5	20	1,2	0,9	40	3,7	20	20,5	0,60	0,50	46	10,4
10	14	16	1,0	0,7	36	4,5	19	18	0,50	0,50	48	10,4
11	13	14	0,8	0,6	29	4,4	18,5	17	0,50	0,40	49	10,8
12	12	10	0,7	0,4	24	4,6	17,5	15	0,50	0,35	42	11,5
13	10	8	0,5	0,3	23	5,2	17	15	0,50	0,35	44	10,9
14	8,5	6,5	0,2	0,15	16	6,9	17,5	16,5	0,55	0,20	44	11,9
15	7,5	5,5	0,3	0,15	~	~	18,5	15	0,50	0,20	44	11,9
16	8	3	0,4	0,10	10	5,2	18,5	16,5	0,50	0,20	40	12,6
17	6,5	1,5	0,2	0,008	6	4,9	19	15	0,40	0,15	34	18,8
18	7	1,0	0,2	0,005	~	~	18	14	0,40	0,10	~	~
Vegetation-kegel			2,9	0,6								
Σ	300	310	23,8	18,3					8,02	5,95		

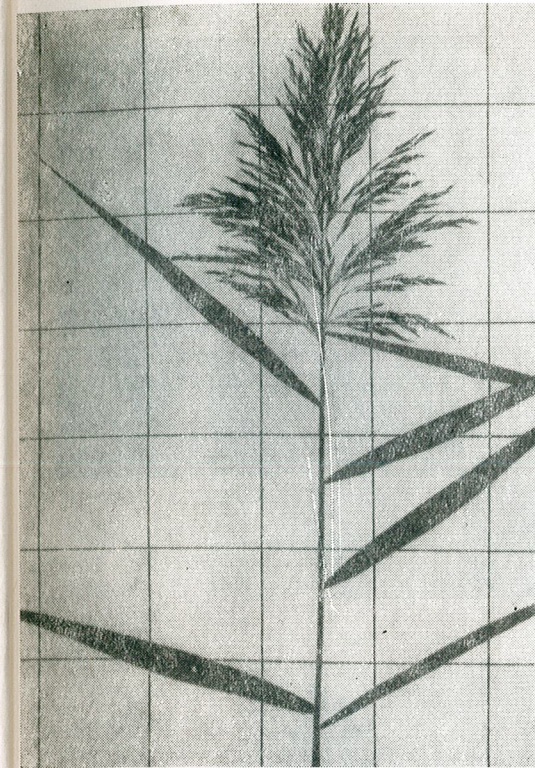
Tabelle 3

Gradient biometrischer Merkmale der Blattspreiten zweier südböhmischer Schilfrohrökotypen. 14. Juli 1967

Nr. der Blattspreite von der Basis	Blattspreitenfläche, cm <sup>2</sup>		Trockengewicht, g		Aschensubstanz	
	S	V	S	V	Smg	S%
1	—	0,15	—	~	—	—
2	—	0,25	—	~	—	—
3	—	0,30	—	~	—	—
4	2,2	0,90	—	0,01	—	—
5	17	4,50	0,014	0,025	15	9,4
6	76	12,0	0,20	0,118	55	11,7
7	104	38,5	0,60	0,30	54	8,0
8	125	62,5	0,80	0,50	81	9,8
9	123,5	66,0	0,95	0,60	80	9,4
10	124,5	67,5	0,95	0,80	82	8,9
11	116,5	64,5	0,95	0,70	72	8,2
12	119	61,0	0,95	0,70	66	7,8
13	114,5	54,0	0,90	0,60	70	7,9
14	103,5	50,5	0,90	0,50	62	7,8
15	90,5	50,0	0,80	0,50	58	8,3
16	83,5	47,5	0,80	0,50	58	8,5
17	72	35,0	0,70	0,40	56	9,6
18	33	21	0,60	0,40	53	9,3
	1324,0	645,0	11,02	6,65		
Trockengewicht des ganzen Sprosses			45,74	31,50		

Die Angaben über größere oder kleinere Gesamtproduktion sagen jedoch nichts über den qualitativen Charakter des Bestandes. Eine dynamische Biometrie der Organe während der Sproßentwicklung ermöglicht eine globale Orientierung über die Distribution der gebildeten organischen Substanz in verschiedenen Sproßteilen und über ihre Änderungen im Laufe der Ontogenese; bei präziseren Messungen in genügend kurzen Zeitabschnitten kann man allometrische und sogar phänometrische Untersuchungen anstellen, i.e. die Korrelationen zwischen den Produktionszuwächsen und klimatischen Faktoren studieren. Rechnerisch haben diese Methode z.B. Ræuber u. Engel (1966) für Kulturpflanzen ausgearbeitet.

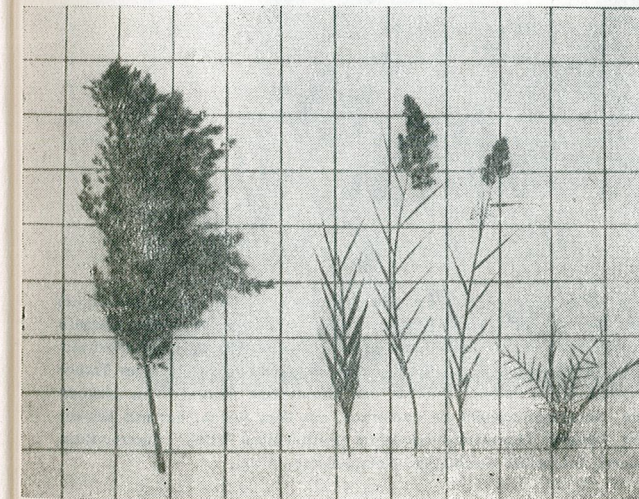
Solche biometrische Messungen für exaktere Korrelationsfragen sind sehr zeitraubend, da sie eine ungeheure Anzahl von Probenentnahmen und noch mehr Organmessungen benötigen. Kontaktkopien der frischen Pflanzenorgane z.B. auf einem Lichtdruckpapier ermöglichen eine Dauerfixation ihrer ursprünglichen Dimensionen. Naturgetreue Kopien frischer Organe während der Wachstumsperiode, schneller hergestellt und gesammelt als die zeitraubenden Messungen, können dann erst während des Winters gemessen und rechnerisch bearbeitet werden. Die eigentlichen Proben, von deren Organen die Lichtdruckkopien hergestellt wurden, können nach Austrocknung für weitere (chemische) Analysen konserviert werden.



A



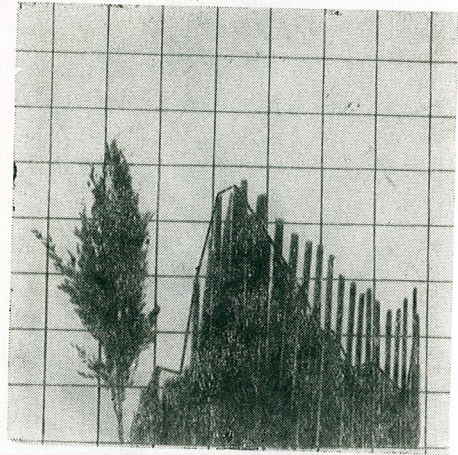
B



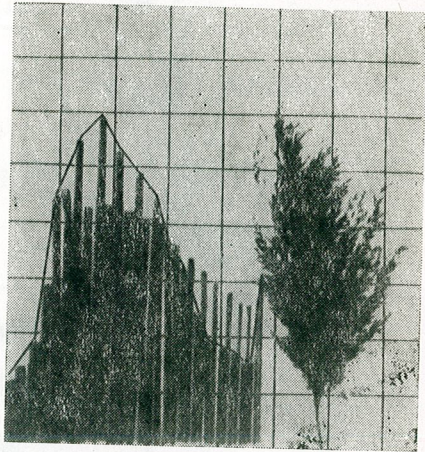
C

Abb. 1. — Die Kontaktkopien („Schattenbilder“) frischer Pflanzen erhalten den naturgetreuen Habitus verschiedener Ökotypen.

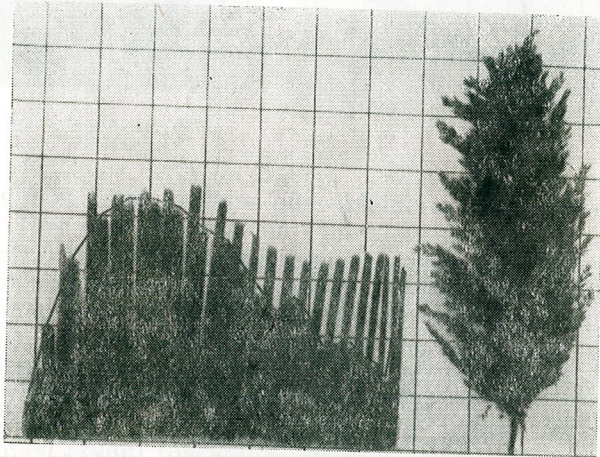
A, Ökoform vom oligotrophen Litoral an südböhmischen Teichen (Mitteleuropa); B, Ökoform vom sumpfigen, nährstoffreichen Standort, ganz nahe der Lokalität sub A. C, Zwergform von *Phragmites communis* aus einem Mediterranengebiet mit hoch salzigem und alkalischem Boden an der Meerküste: Naturschutzgebiet La Camargue, Bouches du Rhône, Südfrankreich. Links zum Vergleich die Blütenrispe eines Exemplars aus demselben Gebiet aber aus einem Kanal mit Süßwasser. Netzmaßstab A und B=10 cm, C=5 cm.



A



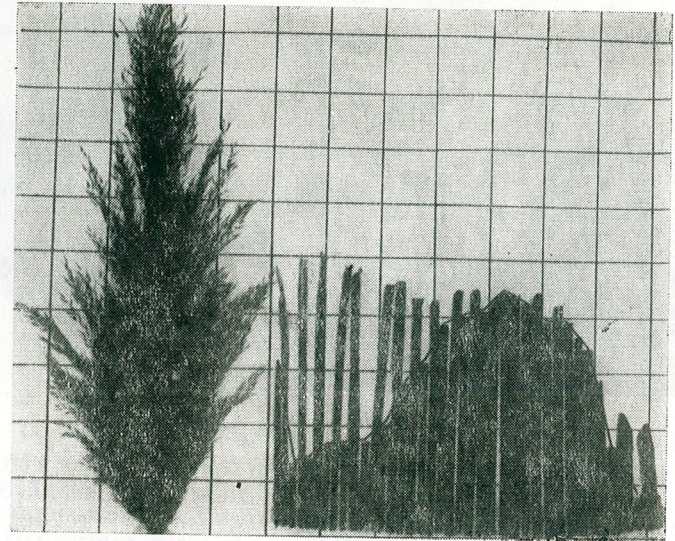
C



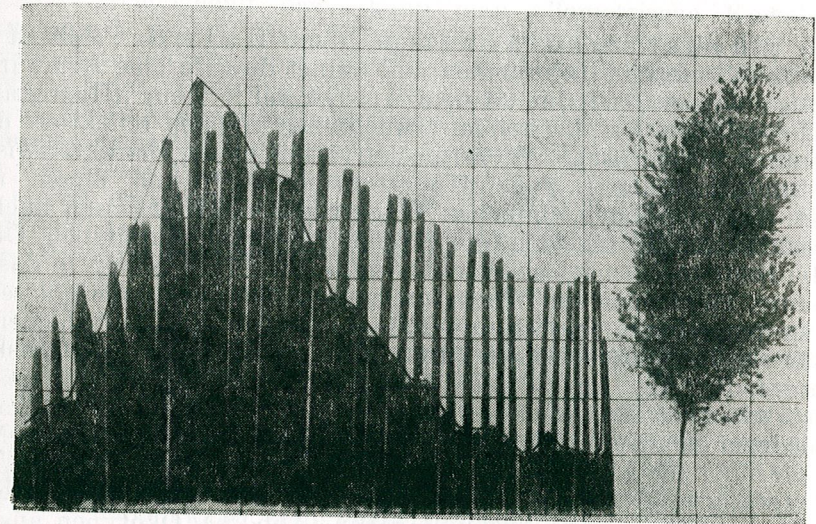
B

Abb. 2. — Wachstumshistogramme des Schilfrohrhalmes.

A und B, Ökoformen aus den mitteleuropäischen (südböhmen) subhumiden Gebiet aus einem oligotrophen Litoral (A) und nährstoffreichem sumpfigem Ökotope (B) Wachstumskurve von Internodien (Vollinie) weist zweite, kleinere Wachstumsmaxima auf. C, Histogramm des Schilfrohrhalmes aus demselben Gebiet, aber aus schattigem Standort mit wenigen Internodien und einem scharfen Wachstumsmaximum; D, Ökoform aus subpannonischem Gebiet der Tschechoslowakei (Südmähren) mit eutrophen und halbsalzigen Boden. Habitus der Blütenrispe erinnert an *Arundo donax*; E und F, Zwei Schilfrohrhalme aus dem Naturschutzgebiet La Camargue, aus dem Boden, der mit Rhône-Süßwasser entsalzt wurde. Mehrere Internodien (Längere Vegetationsperiode im mediterranen Klima); Internodium mit \* bezeichnet wurde durch Pilzbefall beschädigt. Netzmaßstab = 5 cm.



D



E

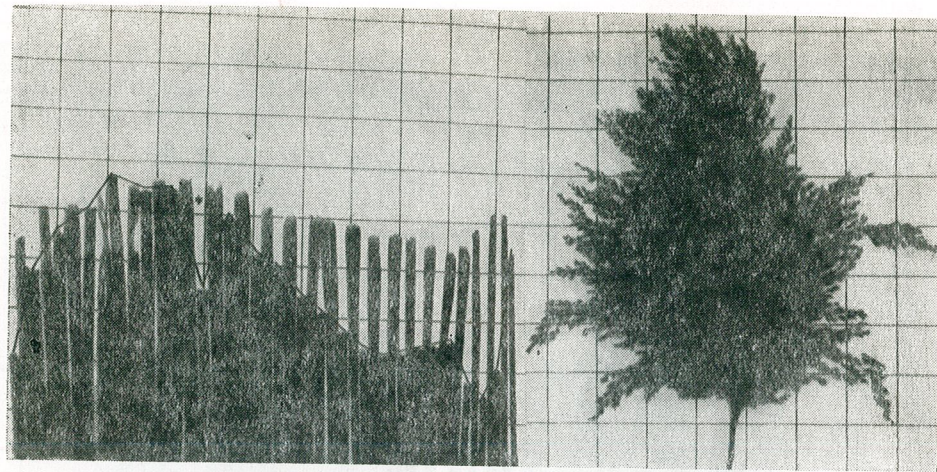


Abb. 2. F

Die Kontaktkopien erhalten weiter auch den naturgetreuen Pflanzenhabitus, eine numerisch schlecht definierbare Charakteristik, z.B. Dichte, Verzweigung und Neigung der Blütenrispe, Winkel der Blattspreiteninsertion u.a. Der Habitus des Ökotyps wird durch diese Kontaktaufnahme („Schattenbilder“) oft besser charakterisiert, als durch die Photographie [Abb. 1A, B].

#### VERWENDUNGSUMFANG UND BEISPIELE DER KONTAKTKOPIENMETHODE

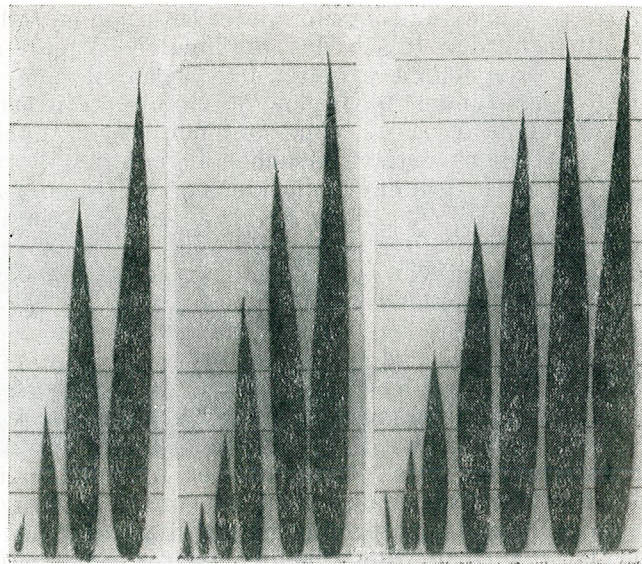
1. **Wachstumsdiagramm des Halmes:** Zerteilt man den Halm auf einzelne Internodien und ordnet diese in eine Reihe in der Richtung von der Basis bis zu dem Apex, resultiert ein „Histogramm“ der Achsenglieder. Bei den reifen, erwachsenen Halmen reflektiert dieses Histogramm die Sachse Wachstumskurve mit einem charakteristischen Wachstumsmaximum („große Wachstumsperiode“) und einem regelmäßigen Verlauf. Einen ähnlichen Wachstumsverlauf erweisen auch die entsprechenden Blattscheiden, die einzelne Internodien umhüllen. Ordnet man die Blattscheiden neben den entsprechenden Internodien in dasselbe Diagramm, kann man den Wachstumsverlauf beider Organe gut vergleichen. In den höheren Partien des Halmes wachsen die Blattscheiden viel schneller als die entsprechenden Internodien, so daß die Wachstumskurve der Internodien im Vergleich mit der der Blattscheiden ein früheres und oft auch schärferes Maximum aufweist. Vergleicht man solche Diagramme verschiedener Schilfrohrökotypen, entdeckt man gewisse konstante Merkmale, die über die klimageographischen Bedingungen des Ökotyps, über die Witterung während der Wachstumssaison, über verschiedene Beschädigungen der Pflanze u.a. Auskunft geben (Abb. 2.). Ökotypen aus südlicheren geographischen Breiten und wärmeren Standorten erweisen größere Anzahl der Internodien (28 bis 40) als die aus nördlicheren Breiten und kühlerem Klima (18 bis 22), was von der Länge der Vegetationssaison abhängt (Abb. 2E, F). Längere, oder im Schatten aufgewachsene Halme

zeigen ein schärferes Wachstumsmaximum der Internodien (sehr lange und wenige Internodien in der Phase des maximalen Wachsens). Sonnige Exemplare im milderen Klima erweisen im Gegenteil eine regelmäßige Wachstumskurve mit einem niedrigen Maximum. Witterungsunregelmäßigkeiten mit einem Wechsel von sonnigen Tagen nach mehreren Niederschlägen und umgekehrt, verursachen in höheren Partien des Internodiendiagrammes (Hochsommer) ein kleines zweites oder auch drittes Wachstumsmaximum (Abb. 2 A, B, E). Die Dicke (Durchmesser) der Internodien ist ein Merkmal der höheren Trophie des Substrates. Großer Stickstoff-, Phosphor- und vor allem Kalziumgehalt ist sehr oft mit größerem Internodiendurchmesser verbunden. (Abb. 2 B, D). Jede Abnormalität der Länge des nachfolgenden Internodiums oder der Blattscheide weist auf eine Störung des endogenen Wachstumsrhythmus von Außen hin (Abb. 2 F). Nur das einzige letzte Internodium, welches die Blütenrispe trägt, ist fast immer viel größer als die vorhergehenden Internodien.

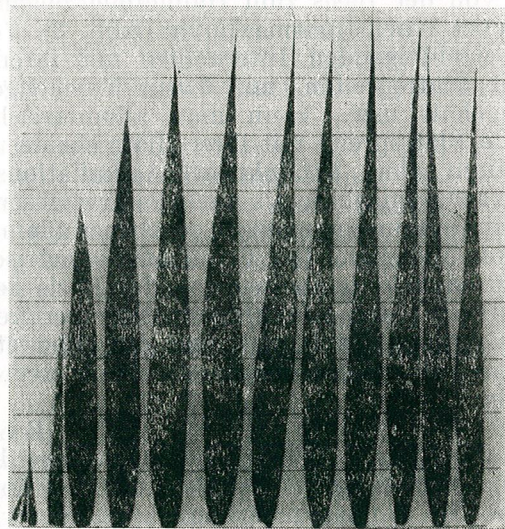
Der Wachstumsrhythmus der Blattscheiden verläuft nicht parallel mit dem der Internodien. Das Wachstum der Internodien überholt am Anfang das der Blattspreiten, so daß nicht die ganzen Internodien mit den Blattspreiten umhüllt sind; später aber nimmt die Länge der Internodien viel schneller ab, indem die Blattscheiden weiter gleichmäßig wachsen und, viel länger als die Internodien, sich überdecken.

Das Diagramm dieser beiden Organe können wir weiter mit einem ähnlichen der Blattspreiten vergleichen. Die Längen, Breiten und Flächen der Blattspreiten von der Basis zum Halmgipfel zeigen einen ähnlichen Verlauf und ähnliches Wachstumsmaximum (Abb. 3). Vergleicht man die Dimensionen der nachfolgenden Internodien mit ihren entsprechenden Blattscheiden und Blattspreiten, mit ihrem Trockengewicht, Trockensubstanz, Aschengehalt usw., kann man allometrische Korrelationen bestimmen, da jede Blattspreite mit ihrer Blattscheide und dem entsprechenden Internodium eine Produktions-(Assimilations-)einheit bildet. Sowohl in jeder Wachstumsphase als auch im erwachsenen Zustande hat jede von diesen Assimilationseinheiten ein gegebenes allometrisches Verhältnis der produzierten Biomasse. Der Gradient allometrischer Verhältnisse jeder von diesen Produktionseinheiten von der Basis des Halmes bis zu dem Gipfel entspricht (nach sorgfältigem Nummerieren jedes Organs) quantitativ dem Gradient der Distribution der gebildeten Assimilate in jedem Produktionsglied, und infolgedessen auch dem Gradient vieler physiologischer Funktionen.

2. **Die Kontakt diagramme der Blattspreiten** kann man vom Anfang der ersten Entwicklungsphase des Sprosses herstellen, in kürzeren oder längeren Zeitabschnitten während der ganzen Vegetationsperiode. Sie können nachträglich planimetriert werden. Auf diese Weise kann man die ganze Assimilationsfläche des Sprosses während seiner ontogenetischen Entwicklung abschätzen (Abb. 3). Der Index Länge: Breite der Blattspreite, den man auch rechnerisch auf der intakten Pflanze bestimmen kann, stellt eher einen qualitativen Parameter der Blattform verschiedener Ökotypen dar, indem die ontogenetische Entwicklung der ganzen Assimilationsfläche, mit den zeitlich nachfolgenden Kontakt diagrammen der Blattspreiten interpretiert, einen Maßstab der Produktionskapazität, mit dem man die Assimilationsleistung des Ökotyps berechnen kann, bietet.



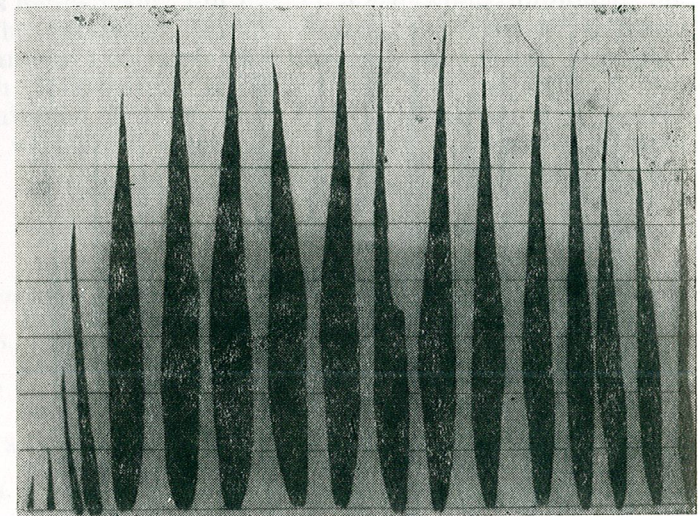
A B C



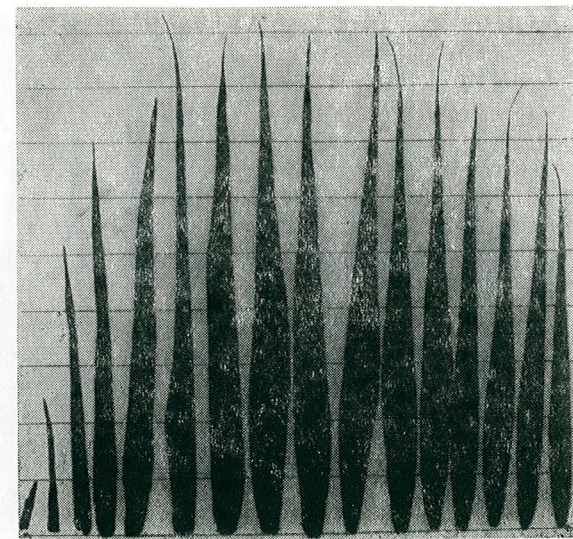
D

Abb. 3. — Blattspreitendiagramme von der Basis bis zum Gipfel des Halmes geordnet. Sie stellen die ganze „Blattfläche“ des Sprosses in gegebener Zeit der Probenahme dar.

Abb. A bis F Blätterdiagramme der südböhmischen Ökoform aus dem oligotrophen Teichlitoral einander nachfolgend während des Wachstums in sechs Probeentnahmen gesammelt. Abb. F und G Blätterdiagramme der aufgewachsenen Sprossen (September) mit abgefallenen basalen Blattspreiten bei der oligotrophen (G) und nährstoffreichen (H) Ökoform. Netzmaßstab = 5 cm.



E



F

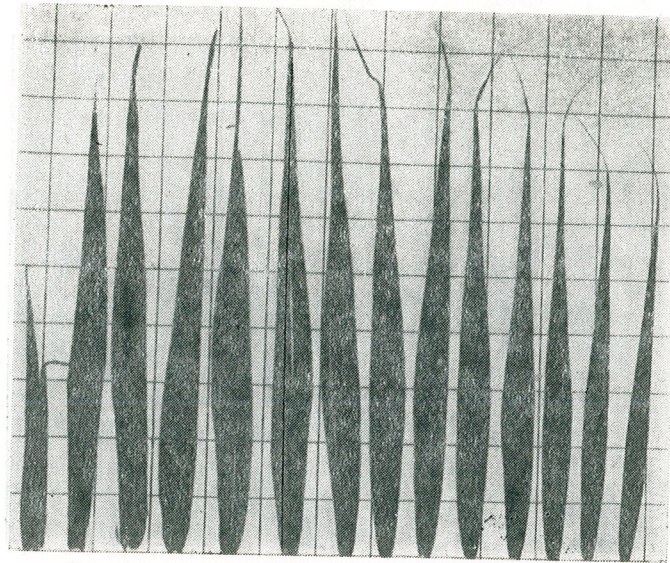


Abb. 3. G

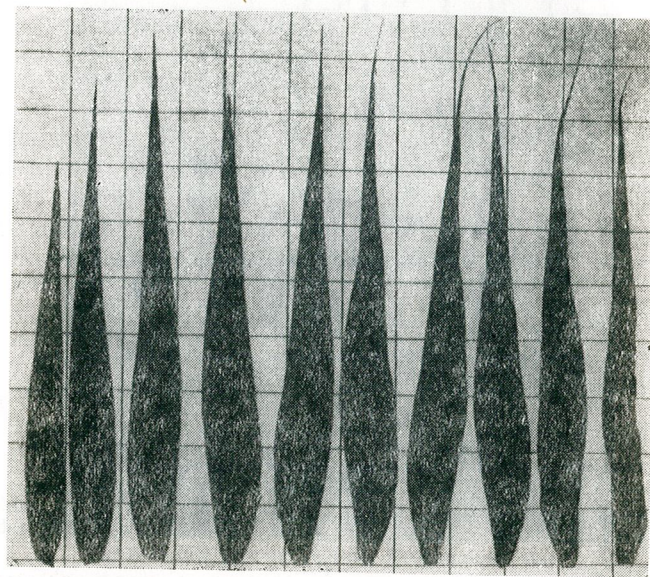


Abb. 3. H

In der vorliegenden kurzen Mitteilung sind in den Abbildungen nur einige Beispiele der Methodeanwendung auf zwei Schilfrohrökoformen vom Wittingauer Becken (Třeboň, Südböhmen, Tschechoslowakei) demonstriert. Es handelt sich um eine Ökoform vom sumpfigen, hocheutrophen bis saproben Standort, wo ein Abfallkanal eines Schweinestalls mündet, und die andere vom meso- bis oligotrophen Litoral des Teiches. Nähere, statistisch verarbeitete Resultate der Vergleichsstudien beider Formen mit chemischen Wasser- und Substratanalysen und mikroklimatischen Angaben werden in einer ausführlicheren Arbeit veröffentlicht.

## LITERATUR

1. BERNATOWICZ S., PIECZYŃSKA E., *Organic Matter Production of Macrophytes in the Lake Tallowisko (Mazurian Lakeland)*. Ekologia Polska-Ser. A, 1965, **13**, 113–124.
2. BJÖRK S., *Ecologic Investigations of Phragmites communis*. Studies in Theoretic and Applied Limnology. Folia limnol. Scand., 1967, **14**.
3. GORHAM E., PEARSALL W. H., *Production Ecology III. Shoot Production in Phragmites in Relation to Habitat*. Oikos, 1956, **7**, 206–214.
4. HEJNÝ S., *Ökologische Charakteristik der Wasser- und Sumpfpflanzen in den slovakischen Tiefebene (Donau- und Theißgebiet)*. Academia Bratislava, 1960.
5. POPOV I. S., *Trostnikovye zarosli kak syrjevaja baza celulozobumažnoi promyšlenosti*. Moskau, 1964.
6. RAEUBER A., ENGEL K. H., *Untersuchungen über den Verlauf der Massenzunahme bei Kartoffeln (Sol. Tuberosum L.) in Abhängigkeit von Umwelt- und Erbguteinflüssen. Zugleich ein Beitrag zur Auswertung phänometrischer Untersuchungen und zur Aufstellung von Modellen über den Verlauf der Massenzunahme bei Pflanzen*. Abhandl. d. Meteorolog. Dienstes d. DDR, Berlin, 1966, **10**, 76.
7. RODEWALD-RUDESCU L., *Schilfrohr u. Fischkultur im Donaudelta*. Arch. f. Hydrobiol. 1958, **54**, 303–339.
8. RUDESCU L., NICULESCU C., CHIVU I. P., *Monografia Stufului din Delta Dunării*. Ed. Acad. Bukarest, 1965.
9. TÓTH L., *Phytocönologische Untersuchungen über die Röhrichte des Balaton-Sees*. Annal. Biol. Tihany, 1960, **27**, 209–242.
10. TÓTH L., SZABÓ E., FELFÖLDY L. J. M., *Standing Crop Measurements in Stands of Phragmites communis on the Ice Cover of Lake Balaton*. Acta bot. Acad. Sci. Hung., 1963, **9**, 151–159.

Botanisches Institut  
der Tschechoslowakischen Akademie  
der Wissenschaften, Práhonice, Praha.

Eingegangen am 14. November 1968



## ERFASSUNG UND STEUERUNG DER NATÜRLICHEN SELBSTREINIGUNG

VON

H. LIEBMANN

Die zunehmende Belastung fließender und stehender Gewässer mit häuslichen und industriellen Abwässern ist in allen Ländern der Erde eine zwangsläufige Folgerung der Zusammenballung der Bevölkerung in großen Städten und der Entwicklung der Industrie. Vorfluter dienen nicht nur der Aufnahme häuslicher und industrieller Abwässer, sondern haben für die Volkswirtschaft und Volkshygiene wichtige Aufgaben zu erfüllen. Die Trink- und Brauchwassergewinnung aus uferfiltriertem Fluß- und Seewasser, die Fischerei und die Bedeutung der Vorfluter als öffentliche Erholungsstätten sind für jedes Land bedeutungsvoll. Aus diesem Grunde ist es erforderlich, die häuslichen und industriellen Abwässer entsprechend weit zu reinigen, ehe man sie in die Vorfluter entläßt.

Bei der Projektierung von Kläranlagen spielen Menge und Zusammensetzung des Abwassers, das auszuwählende Klärsystem und die Selbstreinigung des Vorfluters, der die Abwässer aufzunehmen hat, eine große Rolle. An derartigen Projektierungen sind Ingenieure, Biochemiker und Hygieniker beteiligt. Parallel zur Projektierung muß die Erfassung der natürlichen Selbstreinigung des Vorfluters erfolgen, denn diese Erfassung ist von großer Bedeutung für den einzuschlagenden Weg der Abwasserklärung. In Ballungszentren der Bevölkerung und Industrie kann es vorkommen, daß bei einem Vergleich der Projektierung und der ermittelten Selbstreinigung des Vorfluters trotz möglicher intensiver Reinigung die Selbstreinigungskraft des Vorfluters nicht ausreicht. Nach einer solchen Feststellung ergeben sich zwei Möglichkeiten für die Projektierung:

1.) Eine Verlagerung des Projektes an eine andere Stelle des Vorfluters mit genügend hoher Selbstreinigungskraft oder

2.) eine künstliche Steuerung der natürlichen Selbstreinigung.

Die Erfassung und Steuerung der natürlichen Selbstreinigung sind deshalb wichtige Komponenten für den einzuschlagenden Weg der Abwasserreinigung. In Band 6 der rumänischen Zeitschrift „Hidrobiologia“ (1965) wurde bereits am Beispiel der Gesamt-Donau ausgeführt, wie deren Gesamtverunreinigung durch die nach der Münchner Methode entwikk-

kelte „Wassergütekarte der Donau“ möglich ist. In einer Gemeinschaftsarbeit aller Donau-Anliegerstaaten wurde in dem Buch „Limnologie der Donau“ eine Gütekarte der gesamten Donau von der Quelle bis zur Mündung ins Schwarze Meer veröffentlicht (Liebmann und Reichenbach-Klinke 1967).

In der Zwischenzeit hat es sich als zweckmäßig erwiesen, die Münchener Methode der biochemischen Kartierung der Qualität von Oberflächengewässern weiter auszubauen. Das uns vorschwebende Ziel ist die Entwicklung von Nomogrammen für fließende und stehende Gewässer, in denen alle biologischen und chemisch-physikalischen Daten eingetragen und später anhand des Nomogrammes abgelesen werden können. Ein solches Nomogramm hat den Vorteil, daß es, wenn die entsprechenden biologischen und chemischen Daten vorliegen, auch vom Ingenieur abgelesen werden kann. Es ist weiter unser Bestreben, die in das Nomogramm aufzunehmenden Analysenwerte so zu wählen, daß sie für die verschiedenen klimatischen Zonen der Erde gültig sind. Die Erstellung derartiger Nomogramme hat den großen Vorteil, daß man sie, international eingeführt, in allen Klimazonen der Erde verwenden kann. Das wiederum bietet die Möglichkeit, daß sich alle an der Reinhaltung der Gewässer interessierten Fachsparten über den jeweiligen Zustand des zu diskutierenden Vorfluters anhand eines solchen Nomogrammes sehr schnell orientieren können. Bestandsaufnahmen über die Qualität der Oberflächengewässer großer Wassereinzugsgebiete setzen nach unserer Meinung eine Entwicklung zu Nomogrammen geradezu voraus.

Die in München durchgeführten Untersuchungen haben ergeben, daß man derartige Nomogramme getrennt für fließende und stehende Gewässer erstellen muß. Bei der Gewässergütekartierung der Fließgewässer werden die jeweiligen Gewässergüteklassen nach dem von einem Arbeitskreis der Bayerischen Biologischen Versuchsanstalt ausgearbeiteten Gewässergütesystem ermittelt (Hamm, Huber, Liebmann, Offhaus, Reimann, Ruf und Weller 1965). Das Gewässergütesystem kombiniert die Bestimmungsgrößen des Sauerstoffhaushalts (Sauerstoffgehalt, Sauerstoffsättigung, Sauerstoffzehrung nach 48 Stunden bei 20°C in mg/l sowie in % vom Anfangssauerstoffgehalt, BSB<sub>5</sub>) mit dem Ergebnis aus der biologischen Wasseranalyse, dem sogenannten Wassergüte-Index. Wenn toxische Substanzen, besonders aus industriellen Abwässern, zu erwarten sind, wird zusätzlich die Hemmung im Verlauf der Selbstreinigung nach der von Reimann (1966) eingeführten Methode ermittelt und in das Gewässergütesystem eingegliedert. Man kann aus der Tabelle 1, in Verbindung mit der bei Hamm, Huber, Liebmann, Offhaus, Reimann, Ruf und Weller 1965 veröffentlichten Abbildung, alle Einzelheiten entnehmen. Die einzelnen Einstufungen der Teilposten des Sauerstoffhaushalts werden nach Hamm (1968) für die Ermittlung der Gewässergüteklassen mit unterschiedlicher Wertigkeit kombiniert, und zwar:

a) bei Fließgewässern ohne Sauerstoffübersättigung:

Spalte	1	2a	3	4	5
Wertigkeit	1	1	1	2	1

b) bei Fließgewässern mit Sauerstoffübersättigung:

Spalte	1	2b	3	4	5
Wertigkeit	—	2	1	2	1

Tabelle 1:

Neue Güteinstufung nach dem Sauerstoffgehalt (nach Hamm, Huber, Liebman, Offhaus, Reimann, Ruf und Weller 1965)

Spalte	1	2a	2b	3	4	5
	O <sub>2</sub> -Gehalt			O <sub>2</sub> -Zehrung		BSB <sub>5</sub>
	mg/l bei 20°C u. 760 Torr. *)	% zur Sättigung	% zur Sättigung	mg/l bei 20°C	%	mg/l bei 20°C
I (1,0)	8,45—8,84	95—100	100—103	0,0—0,3	0—5	0,0—0,5
I—II (1,5)	7,5—8,45	85—95	103—110	0,3—1,1	5—10	0,5—2,0
II (2,0)	6,2—7,5	70—85	110—125	1,1—2,2	10—20	2,0—4,0
II—III (2,5)	4,4—6,2	50—70	125—150	2,2—3,8	20—40	4,0—7,0
III (3,0)	2,2—4,4	25—50	150—200	3,8—7,0	40—70	7,0—13,0
III—IV (3,5)	0,9—2,2	10—25	> 200	7,0—12,0	70—95	13,0—22,0
IV (4,0)	0—0,9 (ev. H <sub>2</sub> S)	< 10		> 12,0	> 95	> 22,0

\*) bei anderen Vorflutertemperaturen verwende die Abbildung bei Hamm u. Mitarb., (1965)

Daraus wird der Mittelwert gebildet und ein Gewässergüte-Index nach dem Sauerstoffhaushalt ermittelt. Es werden für die Beurteilung die Analysendaten nach den ungünstigsten Verhältnissen, d.h. im allgemeinen bei Niedrigwasser und höheren Wassertemperaturen, herangezogen. Ferner wird aus der gleichzeitig durchgeführten biologischen Analyse der Lebensgemeinschaften an Pflanzen und Tieren der betreffenden Gewässerstrecke nach dem biologischen Wassergütesystem in der von Liebmann (1962) revidierten Form ein biologischer Gewässergüte-Index entsprechend der von Pantle und Buck (1959) vorgeschlagenen Auswertung gebildet. Schließlich werden der Gewässergüte-Index nach dem Sauerstoffhaushalt und nach der Biologie im gleichen Verhältnis zur Ermittlung der Gewässergüteklassen kombiniert.

Das bei Hamm (1968) wiedergegebene Nomogramm enthält in drei Sektoren die Bestimmungsgrößen des Sauerstoffhaushalts und zwar:

Sektor I: Sauerstoffgehalt und Wassertemperatur. (Auf der rechten Abszisse kann aus diesen Werten die Sauerstoffsättigung abgelesen werden).

Sektor II: Sauerstoffzehrung nach 48 Stunden bei 20°C in Prozent vom Anfangs-Sauerstoffgehalt.

Sektor III: Sauerstoffzehrung nach 48 Stunden bei 20°C und BSB<sub>5</sub> bei 20°C in mg/l.

In diesem Nomogramm ist ein Beispiel für die beschriebene Anwendung eingetragen. Auf der linken Abszisse ergibt sich aus Sektor I—III der Gewässergüte-Index nach dem Sauerstoffhaushalt. Die unterschiedlichen Bewertungen der einzelnen Bestimmungsgrößen des Sauerstoffhaushaltes sind in den Kurvenscharen des Nomogramms bereits berücksichtigt. Im Sektor IV ist die Bewertung einer eventuell vorliegenden toxischen Hemmung des Selbstreinigungsvermögens eingetragen. Beträgt die Hemmung über 70%, wird der betreffende Gewässerabschnitt als Vernichtungszone schwarz gekennzeichnet. Beträgt die Hemmung 30—70% bzw. 10—30%, wird sie als Verödungszone mit entsprechend abgestufter Kennzeichnung durch Wellenlinien über der sich aus dem Nomogramm ergebenden farbigen Kennzeichnung der Gewässergüteklasse ermittelt. Kombiniert man den Gewässergüte-Index nach dem Sauerstoffhaushalt mit dem biologischen Gewässergüte-Index im gleichen Verhältnis, erhält man die endgültige Gewässergüteklasse.

Das obige Nomogramm ist nur für Fließgewässer zu verwenden. Bei der Gewässergüte-Kartierung von Seen müssen aus Gründen der besonderen hydrologischen, chemischen und biologischen Verhältnisse im See andere Gesichtspunkte als bei Fließgewässern berücksichtigt werden (Hamm 1969). Für die Gewässergüte-Kartierung des freien Wassers können die Werte des Sauerstoffgehaltes und der Sauerstoffsättigung in gleicher Weise wie beim fließenden Wasser bestimmten Güteklassen zugeordnet werden. Das ist jedoch nicht möglich mit den Zehrungs- und BSB-Werten, die beim See nicht die gleichen Folgerungen zulassen wie beim Fluß. Der maßgebende Einfluß auf die Gewässergüte-Verhältnisse von Seen ist der Eutrophierung zuzuschreiben. Als trophieanzeigende Gewässergüte-Kriterien für die Kartierung des freien Wassers werden nach Hamm (1969) die Sauerstoffverteilungsmuster zur sommerlichen Stagnation, Meerverhältnisse, Sichttiefen und planktonische Lebensgemeinschaften herangezogen. Für die Gütekriterien des Seebodens spielt neben den Lebensgemeinschaften die spezifische Gasungsaktivität der Seesedimente nach Hamm (1969) eine große Rolle.

In dem Buch *Der Wassergüte-Atlas (Methodik und Anwendung)*, das anlässlich des Europäischen Abwasser-Symposiums Anfang September 1969 in München als Band 15 der „Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie“ erscheint, wird am Beispiel des Wassereinzugsgebietes der deutschen Donau mit allen großen Flüssen, Seen und Talsperren des süddeutschen Raumes gezeigt, wie auf Grund der Erstellung der oben beschriebenen Nomogramme und Ermittlungen der Seenqualitäten Vierfarbentarten dargestellt werden können.

Wenn aus diesen Untersuchungen hervorgeht, daß die Selbstreinigungskraft des Vorfluters an der zu prüfenden Stelle nicht ausreicht, muß an eine künstliche Steuerung der Selbstreinigung gedacht werden. Solche Steuerungen sind z.B. möglich durch künstliche Flußwasser-Belüftungen oder durch die Durchführung baulicher Maßnahmen, die Turbulenz und Fließgeschwindigkeit eines Vorfluters beeinflussen.

Um diese Steuerungsvorgänge in Zukunft besser beherrschen zu können als jetzt, muß man in langen Versuchsstrecken den Verlauf der Selbstreinigung genau verfolgen können. Aus diesem Grund wurde im

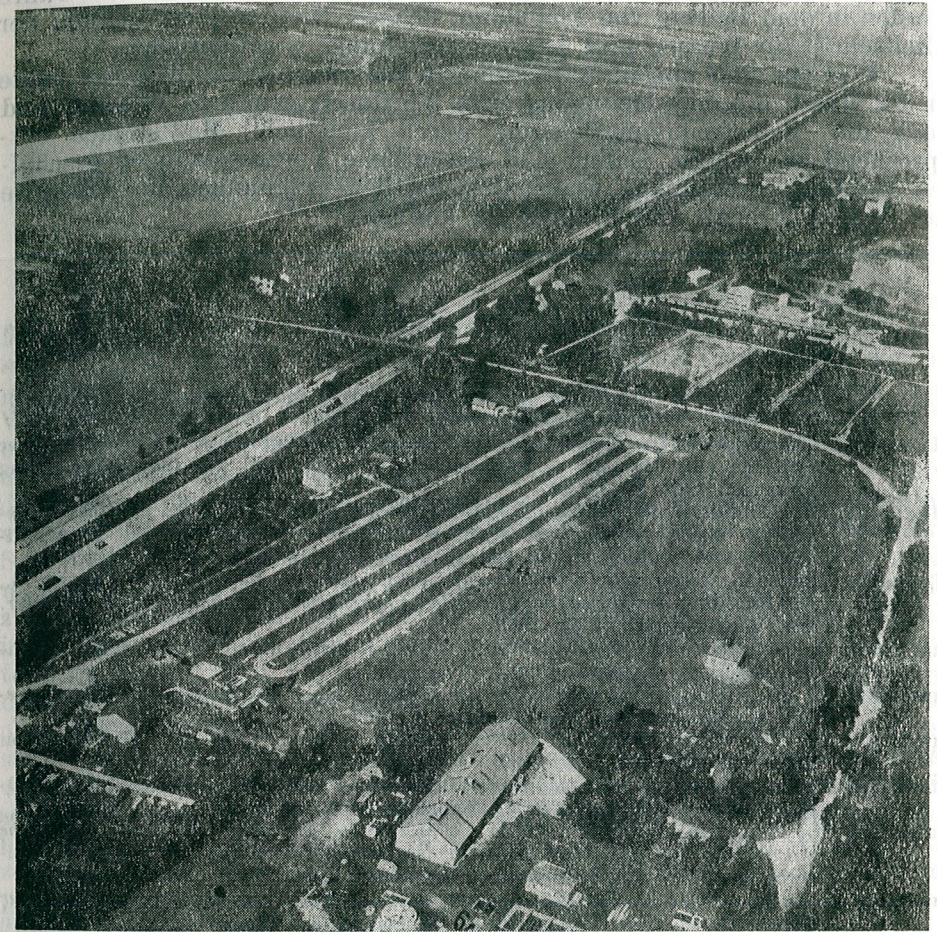


Abb. 1. — Die neue Vorfluter-Großanlage auf dem Abwasser-Versuchsfeld der Bayer. Biologischen Versuchsanstalt München. (Original)

1, Einlaufbauwerke für Isarwasser (Wassergüteklasse II); 2, Einlaufbauwerke für die Abflüsse von 22 mechanischen und biologischen Versuchskläranlagen; 3, Venturi-Meßstrecke; 4, vier Parallelrinnen zu je 1 km Länge; 5, Oxydationsteich; 6, Teilabschnitt des Versuchsgeländes mit mechanischen und biologischen Kläranlagen.

September 1968 auf dem Abwasserversuchsfeld der Bayerischen Biologischen Versuchsanstalt in München ein solches Versuchsrinnensystem in Betrieb genommen. Das Projekt, mit wesentlicher Unterstützung der Stiftung Volkswagenwerk realisiert, besteht, wie die Abb. 1 zeigt, aus vier Parallelrinnen von je 1 km Länge und gestattet es, grundlegende Untersuchungen über die oben angeschnittenen Fragen durchzuführen. Die technischen Einzelheiten und das Versuchsprogramm der nächsten Jahre werden in dem Beitrag von Liebmann, Scherb, Rietz in Heft 1, 1969, der „Zeitschrift für Wasser- und Abwasserforschung“ veröffentlicht.

Wie aus den obigen Ausführungen hervorgeht, hat man es heute in der Hand, die Selbstreinigung eines Vorfluters genau zu erfassen und auch die Selbstreinigungsleistung durch künstliche Maßnahmen entsprechend zu steuern. Damit sind wesentliche Voraussetzungen geschaffen worden, großräumige wasserwirtschaftliche Planungen im Interesse der Volkswirtschaft durchführen zu können.

## LITERATURVERZEICHNIS

- HAMM, A., *Nomogramm zur Ermittlung der Wassergüteklassen von Fließgewässern*. Zeitschrift für Wasser- und Abwasserforschung **5**, 1968.
- HAMM, A., *Erläuterungen zur Wassergüte-Kartierung bayerischer Voralpenseen*. Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie, **15**, Oldenbourg-Verlag München, 1969, im Druck.
- HAMM, A., *Die Ermittlung der Wassergüteklassen bei Fließgewässern nach dem Wassergütesystem und Wassergüte-Nomogramm*. Münchner Beitrag zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie, **15**, Oldenbourg-Verlag München, 1969, im Druck.
- HAMM, A., HUBER, L., LIEBMANN, H., OFFHAUS, K., REIMANN, K., RUF, M. und WELLER, G., *Die Bewertung der Wassergüte nach dem Sauerstoffhaushalt im fließenden Gewässer*. Die Wasserwirtschaft **55**, 1965.
- LIEBMANN, H., *Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie*, Band 1, 2. Auflage, Oldenbourg-Verlag, München, 1962.
- LIEBMANN, H., *Die Beeinflussung der natürlichen Selbstreinigung der Donau durch Gemeinde- und Industrieabwässer*. Hydrobiologia, **6**, 1965.
- LIEBMANN, H., *The Bavarian Register of water quality*. 3rd Int. Conf. on Water Pollution Research, München I-7, 1966.
- LIEBMANN, H., *Der Wassergüte-Atlas*. Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie, **15**, Oldenbourg-Verlag München, 1969, im Druck.
- LIEBMANN, H., REICHENBACH-KLINKE, H. H., *Eingriffe des Menschen und deren biologische Auswirkung auf den Wasserhaushalt der Donau*. Limnologie der Donau, Schweizerbarthsche Verlagsbuchhandlung Stuttgart, 1967.
- LIEBMANN, H., SCHERB, K., RIETZ, K., *Die Vorfluter-Anlage für Großversuche auf dem Münchener Abwasserversuchsfeld*. Zeitschrift für Wasser- und Abwasserforsch., **1**, 1969, im Druck.
- PANTLE, R. und BUCK, H., *Biologische Flußüberwachung*. Sonderschrift d. Reg. Präs. Nord-Württ., 1959.
- REIMANN, K., *Messung und Bewertung der toxischen Hemmung im Verlaufe der Selbstreinigung*. Die Wasserwirtschaft, **56**, 1966.

Eingegangen am 28. Oktober 1968

Die Bayerische Biologische Versuchsanstalt  
und das Zoologisch-Parasitologische Institut der  
Tierärztlichen Fakultät der Universität München

VERSUCHE MIT PHYTOPHAGEN FISCHEN  
(*CTENOPHARYNGODON IDELLA*)

VON

R. LIEPOLT und E. WEBER

In den letzten Jahren traten in vielen stehenden und langsam fließenden Gewässern in zunehmendem Maße starke Verkräutungen auf. Besonders stark ist dies z.B. in kleinen Badeteichen zu beobachten, welche in ehemaligen Schottergruben angelegt wurden und an deren Ufern man Wochenendhäuschen gebaut hat. Diese Teiche haben zumeist keine oder unzureichende natürliche Zuflüsse. Die zivilisationsbedingte Anreicherung der Nährstoffe führt in der Folge zu einem starken Pflanzenwuchs, welcher das Baden erschwert oder unmöglich macht. Auch in Karpfenteichen treten vielfach Schwierigkeiten mit Makrophyten auf, wobei sich besonders Schilf und harte Gräser übermäßig ausbreiten. Ein wirtschaftlich noch ungelöstes Problem stellt die Verkräutung in Meliorationsgräben dar, die zumeist mechanisch entfernt werden muß. Schließlich findet sich vielfach in den Donauausständen eine starke Wasserflora, welche die Verlandungstendenz fördert und die Wassererneuerung hemmt. Eine Bekämpfung dieser Unterwasserpflanzen kann wohl mit verschiedenen neuentwickelten chemischen Mitteln erfolgen, doch bleiben die Pflanzennährstoffe im Wasser, so daß nach Aufhören der Wirkung dieser Pflanzenbekämpfungsmittel ein noch intensiveres Pflanzenwachstum einsetzt. Eine wirksame mechanische Entfernung der Wasserpflanzen ist andererseits sehr kostspielig und unwirtschaftlich. Aus diesen Gründen wäre eine biologische Wasserpflanzenbekämpfung sehr wünschenswert. Die Verwendung der chinesischen phytophagen Fische scheint erfolgversprechend zu sein. Über diesbezügliche Versuche wird nachstehend berichtet:

Die ersten Exemplare der phytophagen Fische (*Ctenopharyngodon idella*) kamen im Jahre 1962 in Form von Spirituspräparaten nach Österreich. Sie wurden anlässlich der 7. Tagung der Arbeitsgemeinschaft Donauforschung in Bratislava von Herrn Prof. Th. Buşniţă (Rumänien) überbracht, der auf die bisherigen guten Erfahrungen mit dieser Fischart hinwies. In enger Zusammenarbeit im Rahmen der Arbeitsgemeinschaft Donauforschung mit der rumänischen Akademie (Prof. Rudescu und Prof. Banu) und dem Institut de cercetări și proiect-

tări piscicole (Dr. Gh. Mirică) erhielt die Bundesanstalt für Wasserbiologie und Abwasserforschung in Wien-Kaisermühlen über das Ministerium Industriei Alimentare für Versuchszwecke einige tausend Stück Brut (Dottersackstudium) von dieser Fischart. In der Sowjetunion wie auch in einigen sozialistischen Ländern hat man schon verschiedene Untersuchungen über die phytophagen Fische angestellt. In Österreich sollten ebenso Versuche durchgeführt und Erfahrungen gesammelt werden, wie sich die Fische unter den klimatischen Bedingungen dieses Landes verhalten.

#### KÜNSTLICHE AUFGZUCHT

Im Jahre 1967 begannen Versuche mit der künstlichen Aufzucht der von Rumänien erhaltenen Larven von *Ctenopharyngodon idella* unter Laborbedingungen. Die Fische trafen am 12.VII. in Wien ein. Sie waren in Plastiksäcken verpackt, welche ca. 12 l Wasser enthielten und mit Sauerstoff angefüllt waren. Der Transport erfolgte mit dem Flugzeug. Nach dem guten Einlangen wurden die Fische in 200 l-Aquarien eingesetzt.

Am zweiten Tag begannen die fast dottersacklosen Fische, die eine Länge von 6 mm und ein Gewicht von 5—7 mg aufwiesen, bereits mit der Nahrungsaufnahme. Es wurde mit den Nauplien von *Artemia salina* gefüttert, welche sich schon bei der Aufzucht von *Acipenser ruthenus* bewährten (Prof. Liepolt und Dr. Weber 1964). Die Wassertemperatur in den Aquarien betrug 23°C und schien für die Brütlinge ausreichend. Die Fische wuchsen sehr schnell und konnten nach 3 Wochen bereits mit kleineren gesiebten Daphnien gefüttert werden. Nach 4 Wochen wurden schon große Daphnien aufgenommen.

Erwartungsgemäß hat es sich gezeigt, daß die erforderliche Wasserreinheit umso leichter erhalten bleibt und die Fische umso besser wachsen, je weniger Brütlinge sich in den Aquarien befinden. Auf Grund der Versuche können für 200 l-Aquarien und bei 23°C folgende maximale Mengen an Brütlingen empfohlen werden:

<u>Alter</u>	<u>max. Fischmenge</u>
bis 1 Woche	2 000
bis 2 Wochen	1 000
bis 5 Wochen	500
bis 10 Wochen	250

Der Erfolg der Aufzucht unter künstlichen Bedingungen liegt bei sorgfältiger Wartung über 95% gegenüber einem solchen in Aufzuchtteichen von durchschnittlich 40% (nach Mitteilungen von Mirică). Für die Länder mit einer eigenen ausreichenden Produktion an pflanzenfressenden Fischen wie die Sowjetunion, Rumänien und Ungarn ist die künstliche Aufzucht weniger rentabel. Wenn die Brütlinge jedoch importiert werden müssen und nur in beschränkten Mengen erhältlich sind, erscheint die Aufzucht unter künstlichen Bedingungen wirtschaftlich. Unter Umständen mag es vielleicht genügen, die Brut wenigstens einige Wochen vorzuzüchten, bevor sie in Teiche ausgesetzt werden, da erfahrungsgemäß in

der freien Natur die größten Verluste in den ersten Tagen durch Wasserkäfer und andere Insekten auftreten.

#### WACHSTUMSVERSUCHE

Die Wachstumsversuche wurden in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren durchgeführt, über deren Ergebnisse nachstehend berichtet wird.

#### WASSEITEMPERATUR

Diese Versuche erfolgten im Bereich von 8°C—32°C. Für jede getestete Temperatur wurden in Aquarien mit 20 l Inhalt je 10 Fische mit einem durchschnittlichen Anfangsgewicht von 0,24 g verwendet. Entsprechende Relais mit Steuerthermometer hielten die jeweiligen Temperaturen mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,1^\circ\text{C}$  konstant. Es wurde mit einem in Österreich hergestellten Forellentrockenfutter (Tagger T 88/1) gefüttert. Die Fische erhielten mehrmals täglich so viel Futter wie sie fressen wollten. Das Gewicht der verbrauchten Futtermenge in den einzelnen Versuchsaquarien wurde genau bestimmt und in gewissen Zeitabständen kontrolliert. Naturgemäß war der Futterverbrauch bei den höheren Temperaturen ein Mehrfaches als bei den niedrigeren.

Tabelle 1

*Ctenopharyngodon idella*; Gewichte der Versuchsfische, Futterverbrauch und Futterkoeffizient bei verschiedenen Temperaturen

Temperatur	Anfangsgewicht	nach 2 Monaten		
		Fischgewicht	Futterverbrauch	Futterkoeffizient
8°C	0,25 g	0,19 g	Keine Futteraufnahme	
12°C	0,22 g	0,24 g	0,41 g	16,3 g
16°C	0,26 g	0,43 g	0,76 g	4,46 g
20°C	0,21 g	0,75 g	1,11 g	2,04 g
24°C	0,21 g	1,12 g	1,54 g	1,68 g
28°C	0,24 g	1,56 g	2,45 g	1,85 g
32°C	0,26 g	1,39 g	2,51 g	2,20 g

Bei 8°C nahmen die Brütlinge kein Futter auf und erlitten einen erheblichen Gewichtsverlust. Sie überstanden jedoch bei dieser Temperatur die zweimonatige Hungerperiode ohne Schaden. Bei 12°C war nur eine sehr geringe Gewichtszunahme der Fische zu bemerken und der Futterkoeffizient betrug 16,3. Daraus ist zu ersehen, daß bei dieser Temperatur praktisch nur das Erhaltungsfutter aufgenommen wurde.

Die beste Futtermittelverwertung trat bei einer Temperatur von 24°C auf, die größte Gewichtszunahme der Fische hingegen bei 28°C. Bei 32°C scheint das Temperaturoptimum für diese Fische bereits überschritten zu sein.

Zur Feststellung der Relation zwischen der Länge und dem Gewicht der Jungfische erfolgten während der Aufzucht zahlreiche Längenmessungen und Gewichtsbestimmungen (morgens vor der Fütterung). Die Ergebnisse sind aus der graphischen Darstellung ersichtlich.

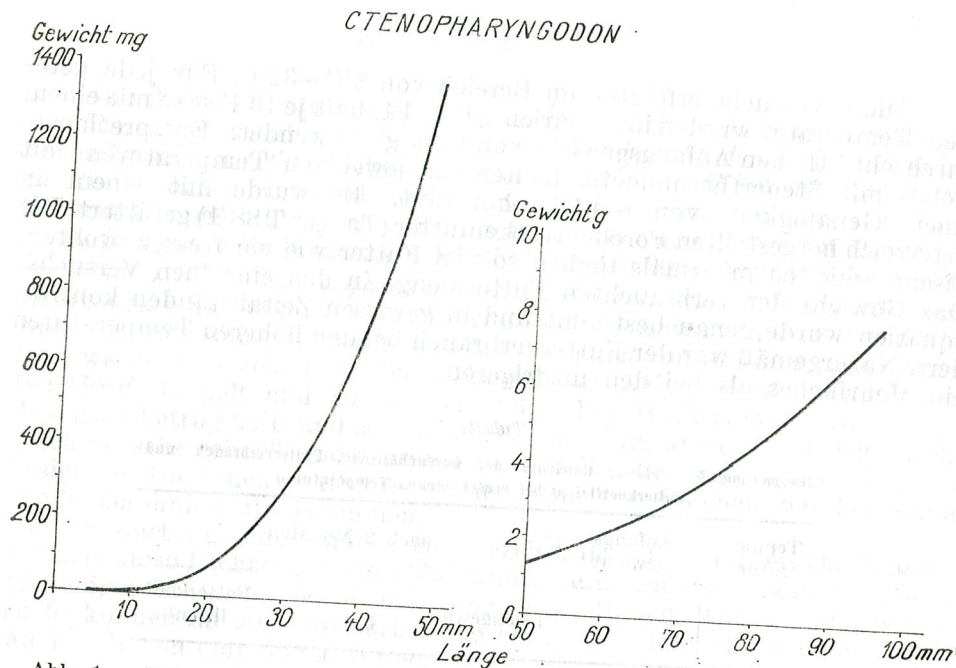


Abb. 1. — Relation der Fischlängen und Gewichte der jungen *Ctenopharyngodon idella*.

#### NaCl-LÖSUNG

In der Forellenzucht in Österreich hat es sich bewährt, die Fische bei Auftreten von Hauttrübungen, die durch Parasiten hervorgerufen werden, einem kurzzeitigen Bad in einer NaCl-Lösung zu unterziehen. Nur bei einem Befall von *Ichthyophthyrus* ist dies erfolglos, da dieser Parasit gegen Natriumchlorid unempfindlich ist. Um zu ersehen, welche Salzkonzentrationen die phytophagen Fische ertragen, wurden auch diesbezügliche Versuche unternommen. Diese haben ergeben, daß einsömmrige Fische von *Ctenopharyngodon* ein Dauerbad (mehrere Tage) in einer 1%igen Lösung ohne Schädigung überstehen. In einer Lösung von 1,5% sterben sie jedoch nach wenigen Stunden ab. Ein Dauerbad mit 1% NaCl-Lösung wurde auch bei dreijährigen Grasfischen mit bestem Erfolg angewendet, welche durch eine Hälterung im Winter starke Hauttrübungen und einen Saprolegniabefall aufwiesen.

#### SAUERSTOFF

Wichtig erschien weiters die Feststellung des Verhaltens dieser Fische bei Sauerstoffabnahme. Diesbezügliche Versuche wurden mit ca. 6 Wochen alten Fischen (ca. 5—7 cm lang) durchgeführt. Diese Versuche ergaben, daß die Fische bei 2,5 mg/l die Wasseroberfläche aufsuchen. Bei 1,5 mg/l wurde eine deutliche Notatmung beobachtet. Starke Gleichgewichtsstörungen und Seitenlage trat bei 0,6 mg/l ein und die Tödlichkeitsgrenze lag bei 0,5 mg/l. Diese Versuche wurden bei einer Wassertemperatur von 22°C durchgeführt und es wäre möglich, daß sich dieses Ergebnis bei anderen Temperaturen noch etwas verschiebt.

#### pH-WERT

Sehr widerstandsfähig erwiesen sich die Grasfische auch gegen einen hohen pH-Wert. Es ergab sich, daß in einem Fischteich wegen zu hoher Winterkalkung ein pH-Wert von 10,8 auftrat. Mit diesem Teichwasser wurde ein Fischtest durchgeführt: in 10 l wurden eine Ellritze (*Phoxinus laevis*, 7 cm), eine Regenbogenforelle (*Trutta iridea*, 6 cm) und ein Grasfisch (*Ctenopharyngodon idella*, 6 cm) eingesetzt. Nach 2 Stunden ist die Ellritze eingegangen. Zu diesem Zeitpunkt betrug der pH-Wert nur mehr 10,6. Die Forelle war nach 18 Stunden tot. Inzwischen war der pH-Wert weiter auf 10,1 abgesunken. Nach 4 Tagen war der Grasfisch noch immer am Leben und zeigte keine Anzeichen einer Schädigung.

Im Jahre 1968 wurden die Versuche zur Einbürgerung der chinesischen phytophagen Fische in Österreich weiter fortgesetzt. Von dem im Laboratorium aufgezogenen einjährigen Grasfischen, die inzwischen eine Länge von durchschnittlich 10 cm erreicht hatten, wurden im Frühjahr je 500 Stück in zwei klimatisch unterschiedlichen Teichen eingesetzt. Ihr Wachstum wird weiterverfolgt.

Abschließend sei noch der rumänischen Akademie (Prof. Rudescu und Prof. Banu) sowie dem Institutul de Cercetări și Proiectări Piscicole (Direktor Mirică) herzlichst gedankt, die durch ihre Unterstützung die Durchführung der Versuche zur Einbürgerung und Akklimatisierung der chinesischen phytophagen Fische in Österreich ermöglichten.

#### LITERATUR ÜBER CHINESISCHE FISCHTE

- ANTALFI, A., TÖLG, I., *Biologische Bekämpfung der Wasserpflanzen*. Allgem. Fischerei-Ztg., 93, 6, 167—170.
- BUȘNITĂ, TH., *Erfahrungen über die Einbürgerung der chinesischen Fische in Rumänien*. Wasser und Abwasser, 1964, 218—225.
- DANECKER, E., *Pflanzenfressende Fische*. Österreichs Fischerei, 19, 10, 146—151 (1966).
- JÄHNICHEN, H., KOZIANOWSKI, A., *Erfahrungen mit pflanzenfressenden Fischen in der Volksrepublik Polen*. Dtsch. Fischerei-Ztg., 14, 12, 367—374.
- LIEPOLT, R., WEBER, E., *Die Aufzucht des Sterlets (Acipenser ruthenus)*. Wasser und Abwasser, 1964, 197—209.
- MANN, H., *Untersuchungen über die Futtermittelverwertung beim Grasfisch (Ctenopharyngodon idella)*. Allgem. Fischerei-Ztg., 93, 5, 136.

- MIRICĂ, GH., *Rezultatele unei experimentări cu pești fitofași recent acclimatizați în Delta Dunării*. 45—49.
- NICOLAU, A., *Rezultatele cercetărilor experimentale efectuate la Nucet în anii 1960, 1961 și 1962*. Buletinul Institutului de Cercetări și Proiectări Piscicole, **21**, 4.
- SCHEER, D., *Chinesische Cypriniden, ihre Ernährung, Wachstumsleistungen und Einbürgerungseignung und Bemerkungen zu ihrer Benennung*. Zeitschr. für Fischerei u. deren Hilfswissenschaften, **12** N.F. (1964) 3/4/5.

Eingegangen am 3. Oktober 1968

Bundesanstalt für Wasserbiologie  
und Abwasserforschung, Wien-Kaisermühlen 1223

## WATER QUALITY EXAMINATION BY MEANS OF A *CHLAMYDOMONAS* TEST

BY

DRAGICA MATULOVÁ

Hydraulic Research Institute, Prague

The bioassay with *Chlamydomonas* cultures, originally proposed as a toxicological test, was applied for water quality examination. Three sampling points near the confluence of the highly polluted and variable in composition Botič stream and the Vltava river were chosen. The first sampling point was on the Botič stream near its mouth. The mixed water of the Vltava river and the Botič stream were collected at the second sampling point on the right bank of the Vltava river below the mouth of the Botič stream. The third sampling point on the left bank of the Vltava river gave samples of the water of the Vltava river only. The samples were collected at the same time. Experiments were carried out with samples collected at the same sampling points for a period of 4 months. The results were presented in the form of graphs. The degrees of saprobity of all the samples collected were determined simultaneously. These results were presented in the form of a table. The results obtained by means of the *Chlamydomonas* test and the determined degrees of saprobity were compared and a certain relationship between the degrees of saprobity and the intensity of growth of the testing algae was discussed.

Water pollution presents a wide range of problems for the present limnology. Concentrated efforts of chemists, physicists and biologists can be observed to meet this threatening complexity of problems. The first step to find means how to stop the growing pollution of waters and to improve the present situation is the objective ascertainment of the water quality. This can be obtained by means of a complex analysis of the water only, i.e., by ascertaining its physical, chemical and biological properties. The chemical analysis can give valuable data on the water tested but cannot describe its complex quality (the individual factors may effect each other, e.g., the antagonism of ions). The complex influence of the individual factors on the biological material can be determined by means of biological methods only.

BIOASSAY WITH *CHLAMYDOMONAS* CULTURES

The procedure utilizing the green flagellate *Chlamydomonas* as a test organism for estimating the toxicity [1] belongs to the experimental biological methods [2], or the so-called physiological methods.

This procedure is based on evaluating the effect of toxic substances on the growth of the testing organism *Chlamydomonas gelatinosa* Korshikoff in culture. This alga grows well in culture. Replicated experiments involving the same inoculum and identical conditions give growth curves following a very similar course. The phase of maximum density is reached almost at the same time. The absolute density values do not differ substantially. *C. gelatinosa* can be cultivated permanently, without the onset of sexual reproduction and the development of zygotes, without degeneration or other adverse consequences. This is due to *C. gelatinosa* being a heterothalic clone.

The experimental cultures are inoculated a fortnight before the beginning of the experiment. These cultures are cultivated in the standard nutrient solution, namely: 0.01%  $\text{KNO}_3$ , 0.001%  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ , 0.001%  $\text{MgSO}_4$ , 0.0001%  $\text{FeCl}_3$ . They are used for inoculating the testing cultures with different concentrations of the substance tested and two control cultures cultivated in standard nutrient solution. The culture vessels are placed in a light-box with fluorescent illumination at 20°C to 22°C, for 21 days. This period can be reduced to 14 days. The quantity of organisms produced is determined every two days by means of a Bürker haemocytometer. The growth curves of the test organism obtained under optimal conditions are compared with those obtained when different concentrations of the material tested have been added. The absolute density of organisms for individual series of experiments may differ. The absolute numbers of organisms are not deciding but it is the course of the individual growth curves and the relations between the curves obtained for different samples and the control.

The described procedure gives good results for estimating the toxicity [3]. An attempt has been made to apply this method also for the examination of water quality.

## STREAM WATER QUALITY EXAMINATION

The procedure utilizing *C. gelatinosa* as a test organism was applied for estimating the water quality of the Botič stream and of the Vltava river near their confluence.

The testing cultures of algae were cultivated in 250 ml Erlenmeyer flasks containing 100 ml of the standard nutrient solution. The samples of the water tested were filtered through the membrane filter (AUF5) into sterile 250 ml Erlenmeyer flasks immediately. The flasks were closed with sterile cotton-wool stoppers. The culture of *C. gelatinosa* was inoculated into the filtered 100 ml samples of water in Erlenmeyer flasks. Two control cultures in a standard nutrient solution were inoculated simultaneously. The mean values of these were taken into account.

The experiments were carried out at the same sampling points for a period of 4 months. The highly polluted and variable in composition

Botič stream was the first sampling point (B). The second sampling point below the mouth of the Botič stream on the right bank of the Vltava river sampled the mixed waters of the polluted Botič stream and of the Vltava river (R). The third sampling point was situated on the Vltava river opposite to the mouth of the Botič stream (L). This point sampled the water of the Vltava river only. The samples were collected virtually at the same time. This arrangement of the sampling points was intended to obtain results related to different pollution levels.

The degrees of saprobity according to the procedure of Zelinka and Marvan [4] and Zelinka and Sládeček [5] were ascertained simultaneously (Table 1).

Table 1

The degrees of saprobity of the Botič stream and the Vltava river

Sampling points: B, mouth of the Botič; R, the Vltava below the mouth of the Botič; L, the Vltava opposite to the mouth of the Botič  
Saprobity zones:  $\alpha$  xenosaprobity;  $o$  oligosaprobity;  $\beta$ ,  $\beta$ -mesosaprobity;  $\alpha$ ,  $\alpha$ -mesosaprobity;  $p$ , polysaprobity.

Date	Sampling point	Saprobity zones				
		$\alpha$	$o$	$\beta$	$\alpha$	$p$
June 5, 1966	B	0.07	0.95	3.90	4.89	0.19
	R	0.04	1.23	5.82	2.91	—
	L	0.02	1.47	6.93	2.58	—
July 3, 1966	B	0.03	0.53	4.33	4.58	0.53
	R	0.03	1.27	5.98	2.71	—
	L	—	1.60	6.14	2.26	—
Aug. 7, 1966	B	0.14	0.96	5.88	2.90	0.12
	R	0.13	1.15	5.22	3.39	0.11
	L	0.16	1.66	6.53	1.65	—
Sept. 4, 1966	B	—	1.46	5.34	2.90	0.30
	R	0.09	1.68	5.10	2.79	0.34
	L	—	1.47	6.27	2.14	0.12

The results obtained by the bioassay with *Chlamydomonas* at all the three sampling points are shown in figure 1. These samples were collected on June 5, 1966. All the cultures contained 8, 500 organisms in 1 ml at the beginning of the experiment. The growth curve describing the sample B is distinctly different from the course of the growth curves describing the samples R and L. It reached substantially higher value of maximum density. While the maximum density value reached in the sample B amounted to 83%, the samples R and L reached only 11% of the maximum density of the control. The intensity of growth of *C. gelatinosa* in the water of the Botič stream was higher than in the water of the Vltava river. The difference between the left (L) and the right (R) banks of the Vltava river was not significant. The determined degrees of saprobity of the samples collected at the same sampling points and at the same time are given in table 1. The degree of saprobity of the water of the Botič stream can be described as better  $\alpha$ -mesosaprobity and of the water of the left and right banks of the Vltava river as  $\beta$ -mesosaprobity.

Figure 2 shows the results of the experiment with samples collected on July 3, 1966. The cultures contained 7,500 organisms in 1 ml after inoculation. The intensity of growth of all the cultures was much lower



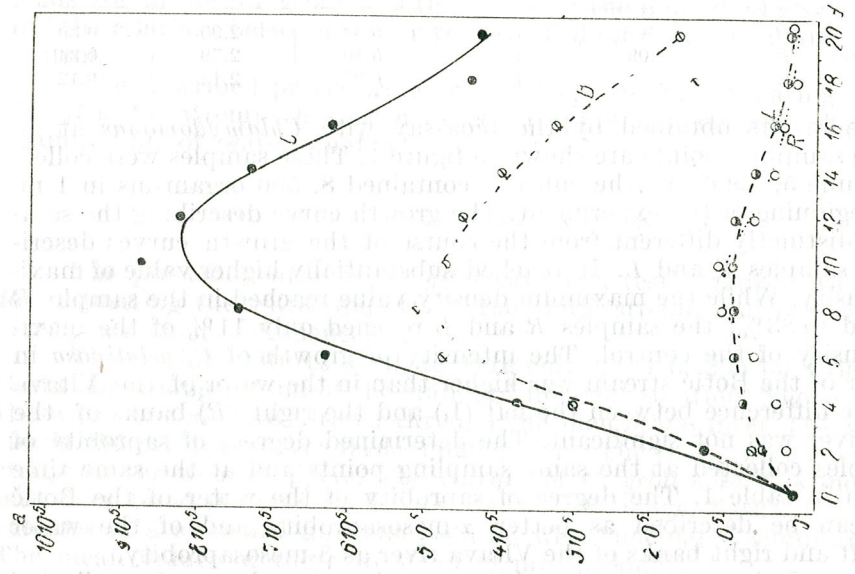


Fig. 1. — Bioassay with *Chlamydomonas gelatinosa* Korshikoff at the Botič and Vitava (from June 5, to June 25, 1966): a, number of cells; a, days; C, control; B, the Botič; R, the Vitava below the mouth of the Botič; L, the Vitava opposite to the mouth of the Botič.

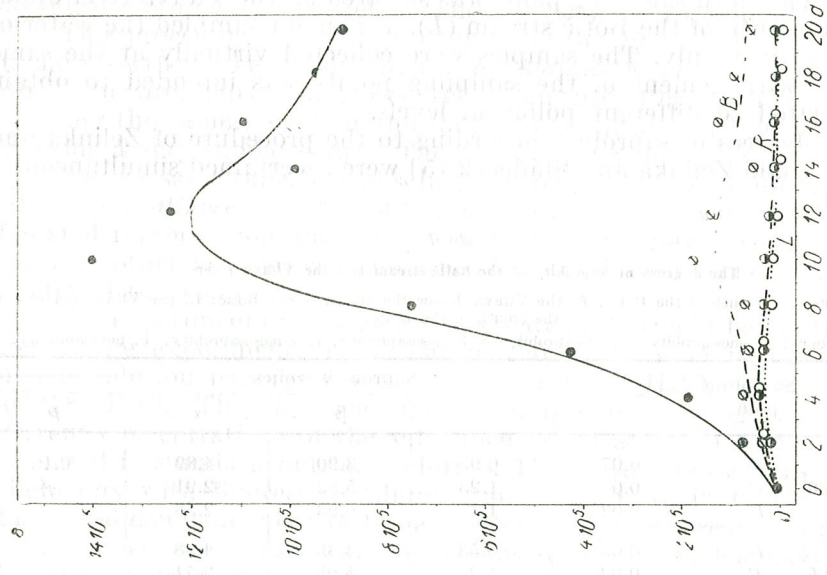


Fig. 2. — Bioassay with *Chlamydomonas gelatinosa* Korshikoff at the Botič and Vitava (from July 3, to July 23, 1966): a, number of cells; d, days; C, control; B, the Botič; R, the Vitava below the mouth of the Botič; L, the Vitava opposite to the mouth of the Botič.

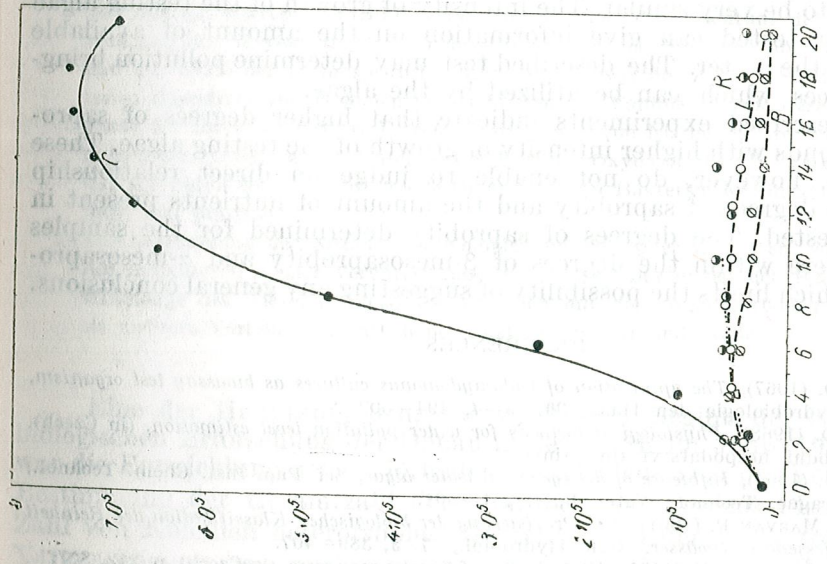


Fig. 3. — Bioassay with *Chlamydomonas gelatinosa* Korshikoff at the Botič and Vitava (from August 7, to August 27, 1966): a, number of cells; a, days; C, control; B, the Botič; R, the Vitava below the mouth of the Botič; L, the Vitava opposite to the mouth of the Botič.

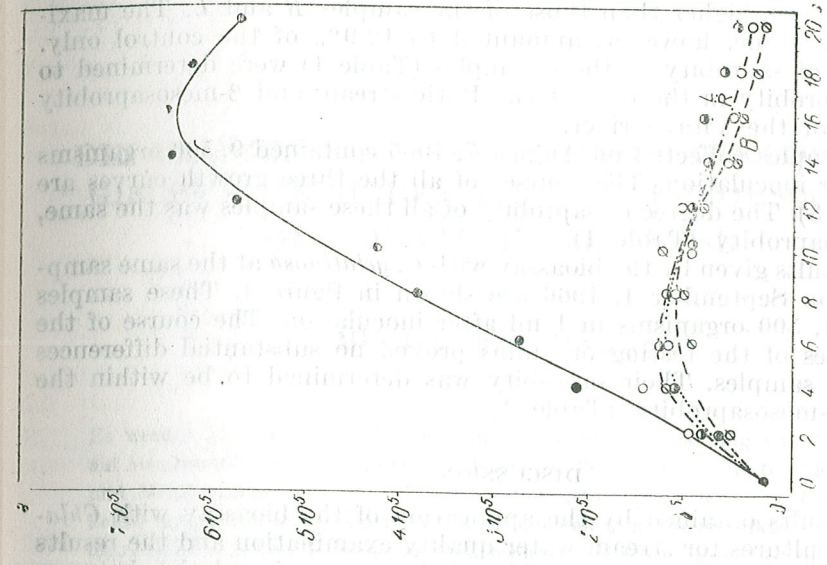


Fig. 4. — Bioassay with *Chlamydomonas gelatinosa* Korshikoff at the Botič and Vitava (from September 4, to September 24, 1966): a, number of cells; d, days; C, control; B, the Botič; R, the Vitava below the mouth of the Botič; L, the Vitava opposite to the mouth of the Botič.

than that of the control. The growth curves obtained from the samples *R* and *L* follow a very similar course. The phase of maximum density was reached at the same time and the absolute density values were almost the same. The intensity of growth of the culture in the sample of the water of the Botič stream was higher than those of the samples *R* and *L*. The maximum density value, however, amounted to 12.9% of the control only. The degrees of saprobity of these samples (Table 1) were determined to be  $\alpha$ -mesosaprobity in the case of the Botič stream and  $\beta$ -mesosaprobity in the case of the Vltava river.

The samples collected on August 7, 1966 contained 9,500 organisms in 1 ml after inoculation. The courses of all the three growth curves are similar (Fig. 3). The degree of saprobity of all these samples was the same, i.e.,  $\beta$ -mesosaprobity (Table 1).

The results given by the bioassay with *C. gelatinosa* at the same sampling points on September 4, 1966 are shown in figure 4. These samples contained 14,500 organisms in 1 ml after inoculation. The course of the growth curves of the testing organisms proved no substantial differences between the samples. Their saprobity was determined to be within the degree of  $\beta$ -mesosaprobity (Table 1).

#### DISCUSSION

The results obtained by the application of the bioassay with *Chlamydomonas* cultures for stream water quality examination and the results of ascertaining the degree of saprobity, indicate certain relation between the degrees of saprobity and the intensity of growth of the testing algae in the same water. The course of the growth curves describing the growth of the testing organisms in samples of water of the same degree of saprobity proved to be very similar. The intensity of growth of the testing algae in the water tested can give information on the amount of available nutrients in the water. The described test may determine pollution bringing substances which can be utilized by the algae.

The described experiments indicate that higher degrees of saprobity corresponds with higher intensity of growth of the testing algae. These experiments, however, do not enable to judge on direct relationship between the degrees of saprobity and the amount of nutrients present in the water tested. The degrees of saprobity determined for the samples examined were within the degrees of  $\beta$ -mesosaprobity and  $\alpha$ -mesosaprobity only, which limits the possibility of suggesting any general conclusions.

#### REFERENCES

1. MATULOVÁ D. (1967), *The application of Chlamydomonas cultures as bioassay test organism*, Hydrobiologia den Haag, **30**, 3-4, 494-502.
2. MATULOVÁ D. (1968), *Physiological methods for water pollution level estimation*, (in Czech), Vodní hospodářství (in print).
3. MATULOVÁ D. (1964), *Influence of detergents on water algae*, Sci. Pap. Inst. Chem. Technol., Prague, Technol. Water, **8**, 2, 251-301.
4. ZELINKA M., MARVAN P. (1961), *Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer*, Arch. Hydrobiol., **57**, 3, 389-407.
5. ZELINKA M., SLÁDEČEK V. (1964), *Hydrobiology for water managers*, (in Czech), p. 212, SNTL, Prague.

Received October 3, 1968

## DIE VERWENDUNG NEUER HYDROMIKROBIOLOGISCHER METHODEN BEI DER ERFORSCHUNG DER DONAU IN DER ČSSR

VON

V. MUCHA und I. DAUBNER

Es werden Methoden der direkten mikroskopischen Auszählung von Mikroben auf Membranfiltern, das Gel der Kieselsäure als Trägersubstanz fester Nährböden und Membranfilter mit und ohne Filtrationsgeräte beschrieben. Auf Möglichkeiten ihrer Anwendung in der Hydromikrobiologie vom Standpunkte der Limnologie, Ökonomie und Hygiene wird hingewiesen. Gleichzeitig werden die Ergebnisse angeführt, die unter Anwendung dieser Methoden bei der Erforschung des tschechoslowakischen Abschnittes der Donau erzielt wurden.

Es wurde festgestellt, daß die höchste Anzahl von Mikroben beim Eintritt des Flusses auf tschechoslowakisches Gebiet auftritt. Im weiteren Verlaufe vermindert sich das mikrobielle Plankton etwa 10fach. Über die Bedeutung der Verunreinigung des Wassers zeugt auch das Überwiegen von Stäbchen über Kokken und die Werte der Biomasse (0,14-1,28 mg/l), sowie die Zahl der Fäkalbakterien (Hunderte von Kolonien der Bakterien der Familie *Enterobacteriaceae* in 1 ml). Es überwiegt die Art *E. coli* (54,6%), was von frischer fäkaler Verunreinigung des Wassers zeugt. Unter Anwendung des Oxydasetestes, in Verbindung mit MF wurde die Methodik der Bestimmung dieser Bakterien wesentlich vereinfacht und präzisiert.

Zur Bestimmung der Anzahl von Kolonien heterotropher Bakterien, wie auch der Indikatoren fäkaler Verunreinigung des Wassers bewährten sich Böden auf Grundlage des Kieselsäuregels. Im Vergleich mit dem Agarnährboden haben sie mehrere Vorteile, namentlich bei Analysen an Ort und Stelle.

Eine der Hauptaufgaben, die wir uns zu Beginn der hydromikrobiologischen Erforschung der Donau in der ČSSR im Jahre 1954 stellten, war die Entwicklung neuer Methoden. Es handelte sich um Verfahren zur Bestimmung der Gesamtzahl der Mikroben (mikrobielles Plankton), der Zahl von Kolonien heterotropher Bakterien und der Indikatoren fäkaler Verunreinigung, wie auch einiger anderer physiologischer Gruppen von

REV. ROUM. BIOL.—ZOOLOGIE, TOME 14, N° 2, p. 139-147, BUCAREST, 1969

Mikroben. Wir waren uns dessen bewußt, daß falls die Hydromikrobiologie im Rahmen der limnologischen Forschung das Niveau der anderen wissenschaftlichen Zweige erreichen soll, dem heutigen Stand der Wissenschaft angepaßte Methoden erforderlich sind. Dadurch wird es möglich, Grundlagen zum Verständnis und zur Lenkung des Abbaues organischer Stoffe im Wasser unter Einhaltung des Sauerstoffhaushaltes und der zulässigen Mengen durch Oxydation entstandener chemischer Verbindungen, namentlich Nitrate und Phosphate, zu erhalten. Gleichzeitig kann man gewissermaßen Art und Herkunft der Verunreinigung namentlich durch organische Stoffe charakterisieren und sich ein vollständigeres Bild über das untersuchte Biotop und die Biozönose vom limnologischen, ökonomischen und hygienischen Standpunkt aus machen.

#### MIKROBIALES PLANKTON DES WASSERS

Zur Bestimmung der Mikrobengesamtzahl in einem bestimmten Wasservolumen übernahmen und modifizierten wir die Methode der direkten mikroskopischen Auszählung auf Membranfiltern, die 1932 von Razumov ausgearbeitet wurde. Wir stellten auch ein neues Filtrationsgerät her (Daubner 1956). Das Prinzip dieser Methode ist folgendes:

Die Wasserprobe wird durch das Membranfilter (MF) mit 1 cm Durchmesser der effektiven Filtrationsfläche filtriert. Die Porengröße des MF ist 0,1–0,3  $\mu$ . Aus Oberflächenwasser wie z.B. der Donau genügt es 1 ml der Probe zu filtrieren.

Die am MF aufgefangenen Mikroorganismen, werden dann gefärbt. Dazu entnimmt man das MF aus dem Filtrationsgerät, legt es auf ein markiertes Objektträgerglas und läßt es unter einer Petrischale frei trocknen.

Zur Färbung der Mikroben auf dem MF bewährten sich zwei Methoden:

**1. Einfache Färbung:** Ein Filterpapier wird mit einer 3%igen Lösung von Erythrosin (Merck, Grübler) in 5%igem Karbolwasser gesättigt. Das MF wird aufgelegt und 30 Min. exponiert. Dann wird es auf ein mit dest. Wasser gesättigtes Filterpapier übertragen, was einigemal wiederholt wird, bis am MF nur ein schwacher rosa Abdruck gebildet wird. Mikroskopisch zeigt sich dann der Hintergrund (MF) entweder farblos oder schwach rosa, wogegen die Mikroben rot gefärbt sind.

**2. Kombinierte Färbung:** Diese ist etwas komplizierter und anspruchsvoller, aber die Mikroben sind kontrastreicher gefärbt. Man verfährt wie folgt: das MF legt man für 2 Min. auf ein mit 10%iger HNO<sub>3</sub> gesättigtes Filterpapier. Dann wird es für 3 Min. auf ein anderes mit 0,1% saurer Fuchsinlösung gesättigtes Filterpapier aufgelegt. Schließlich wird es für 2 Min. auf eine Unterlage mit 0,02%iger Lösung von Methylenblau (pH 6,5) aufgelegt. Nach jedem Übertragen muß das MF schwach mit trockenem Filterpapier abgesaugt werden (Lumpkins und Mitarb. 1968).

Nach Färben der Mikroben und Trocknen des MF trägt man auf das markierte Objektträgerglas einen Tropfen Zedernöl (Immersionsöl) auf. Darauf legt man das MF und gibt an seine Oberfläche einen weiteren Tropfen des Öls. Dadurch wird das MF aufgehellt. Es wird mit dem dünnsten Deckgläschen bedeckt und die Mikroben mikroskopisch mindestens in 10–15 Blickfeldern ausgezählt. Zur Erleichterung des Zählens ist es günstig in das Okular des Mikroskopes ein Netz einzulegen und je nach Bakteriengehalt im Präparate den Inhalt von 4, 8, 16, 20, 25 usw. Quadraten auszuzählen. (Je größer die Mikrobenezahl ist, desto weniger Quadrate

müssen ausgezählt werden und umgekehrt.) Die Berechnung der Gesamtzahl von Mikroben aus 1 ml der Probe führt man mit folgender Formel durch:

$$x = K \frac{N}{n},$$

wo  $K$  = Koeffizient des Mikroskopes bei gegebener Vergrößerung (gewöhnlich  $10 \times 100$ ), d.h. das Verhältnis der Fläche des Blickfeldes, oder der Fläche der ausgezählten Quadrate des Netzes zur Fläche des MF,

$N$  = durchschnittliche Zahl der Mikroben in 1 Blickfeld ausgezählt, oder an der gewählten Fläche des Okularnetzes,

$n$  = Volumen der filtrierten Flüssigkeit (Wassers).

Unter Anwendung der Methode der direkten mikroskopischen Auszählung der Mikroben bestimmten wir, daß sich ihre größte Anzahl in 1 ml Donauwasser auf dem tschechoslowakischen Abschnitt (Flußkm 1880–1712) im Profil über Bratislava (Flußkm 1871) befindet. Genauer führen wir die Resultate in der Tabelle 1 an.

Tabelle 1

#### Hydromikrobiologische Charakteristik des Donauwassers auf dem Gebiete der ČSSR

Profil	Zahl der Mikroben/ml mikroskopisch	Zahl der Kolonien heterotr. Bakt. 20°C/48 Std	Koeff. $K$	Bakteriomasse mg/l	Zahl der Kolonien/ml		
					Enterobakt.	Enterokokken	Klostr./50ml
Devín, Flußkm 1880	1,963.000	3 600	545	1,28	920	18	8
Über Bratislava, Flußkm 1871	736 000	6 700	109	0,48	840	18	10
Unter Bratislava, Flußkm 1860	455 000	6 200	73	0,29	770	18	6
Gabčíkovo, Flußkm 1819	226 000	5 900	38	0,15	370	8	7
Über Komárno, Flußkm 1771	159 000	4 500	35	0,10	400	4	3
Kováčov, Flußkm 1712	219 000	4 100	53	0,14	390	4	5

Anmerkung: Durchschnittswerte aus Flussmitte und beiden Dritteln (1956–1961). Zahl der Proben 249.

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß auf dem tschechoslowakischen Abschnitt sich die Zahl der Mikroben verkleinert und vor Verlassen des tschechoslowakischen Gebietes nahezu 10mal kleiner ist, als beim Eintrittsprofil.

Gleichzeitig stellten wir fest, daß im Donauwasser die Stäbchen, die Kokken und andere Formen überwiegen. Dieses Verhältnis ist von 70:1 bis 90:1 (Mucha und Daubner 1961, 1965). Nach übereinstimmenden Literaturangaben zeugt das Überwiegen der Stäbchen über die Kokken von Verunreinigung des Wassers und umgekehrt (Korsch 1959, Czezug 1960, Daubner und Mucha 1964).

Die Methode des mikroskopischen Auszählens der Mikroben diente auch zur Berechnung der Bakteriomasse. Die Ergebnisse führen wir in Tabelle 1 an. Die Erkenntnis der Bakteriomasse hat Bedeutung bei der Bewertung des Wassers vom trophischen Standpunkte. In der Nährkette

des Wassers sind die Mikroben ein wichtiger Bestandteil der Nahrung für das Zooplankton.

Indem wir die Zahl der aus 1 ml mikroskopisch bestimmten Mikroben und die Zahl der aus 1 ml auf Fleischpeptonagar- oder Kieselsäuregel-Nährboden kultivierten Kolonien in Zusammenhang brachten, bestimmten wir den Koeffizienten  $K$ . Sein Prinzip ist die Feststellung, daß bei Erhöhung der organischen Verunreinigung im Wasser auch der Anteil heterotropher Bakterien wächst. Falls der Koeffizient über 1000 ist handelt es sich um reines Wasser. Werte von 10—1000 zeugen von mittlerer und unter 10 von starker Verunreinigung des Wassers. Nach unseren Ergebnissen, die wir in Tabelle 1 anführen ist das Donauwasser auf dem tschechoslowakischen Gebiete mittelstark verunreinigt. Dies entspricht auch den physikalisch und chemisch bestimmten Werten.

Durch über fünfjährige Untersuchung der Veränderungen in der Zahl des mikrobiellen Planktons in einem Profil der Donau bei Bratislava

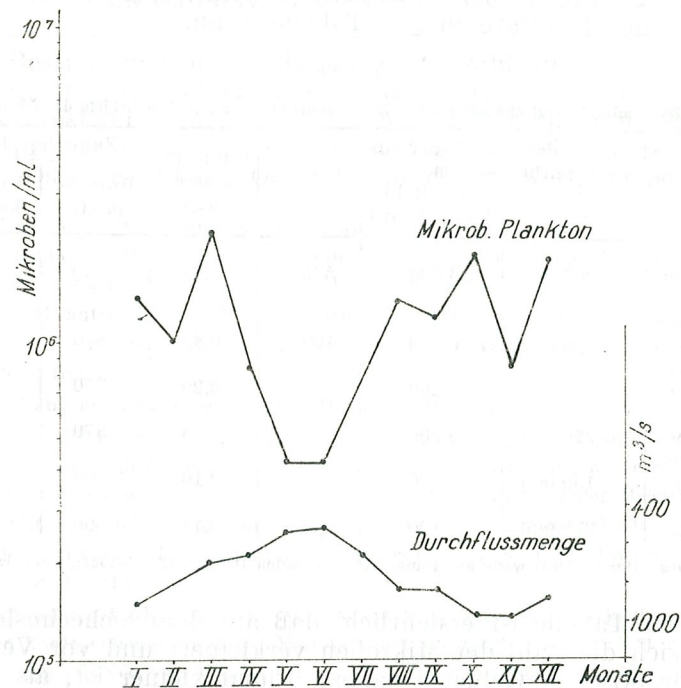


Abb. 1. — Wechselbeziehung des mikrobiellen Planktons und der Durchflussmenge im Donauwasser (Flußkm 1868) im Verlaufe des Jahres (Durchschnittswerte 1961—1967).

(Flußkm 1868 — Flußmitte) bestimmten wir, daß diese zur Durchflussmenge umgekehrt proportional ist (Abb. 1). Wir erklären dies dadurch, daß an der Vergrößerung der Wassermenge sich hauptsächlich die Gletscher der Alpen mit relativ reinem Wasser beteiligen. Dadurch kommt es zur Verdünnung des verunreinigten Donauwassers und umgekehrt; bei niedrigem Wasserstand verkleinert sich das Verhältnis der zugeführten Abwässer zum Rezipienten.

Die Beziehung des mikrobiellen Planktons zur Wassertemperatur ist variabel. Dies zeugt vom heterogenen Charakter seiner Komponenten mit unterschiedlicher Beziehung zur Wassertemperatur (psychrophile und mesophile Mikroben).

#### HETEROTROPHE BAKTERIEN

Zur Bestimmung der Anzahl von (bei 20 und 37°C kultivierten) Kolonien heterotropher Bakterien und später der Indikatoren der fäkalen Verunreinigung, führten wir außer den klassischen Nährböden — Fleischpeptonagar auch das Kieselsäuregel nach Hettche und Münch (1938) in der Lorenzschen Modifikation (1944) ein. Dazu führte uns das Bestreben einen Nährboden zur Verfügung zu haben, bzw. eine Methode, die es ermöglichen würde, wenigstens den Beginn der Untersuchung der Wasserprobe an Ort und Stelle ohne größeren technischen Aufwand und finanzielle Ansprüche auszuführen. Dadurch wollen wir die Beeinflussung des mikrobiellen Gehaltes der Probe während des Transportes ausschließen. Diesem Anspruch genügt ein Nährboden auf Grund des Gels der Kieselsäure. Die Herstellung ist sehr einfach; durch Zusammengießen zweier Grundlösungen auf kaltem Wege. Die Lösung A enthält Pepton, Hefeextrakt, Fruktose und Phosphorsäure. Die Lösung B enthält Wasserglas mit Natriumsulphit. Dies bedeutet, daß der Nährboden aus chemisch gut definierten und zugänglichen Chemikalien besteht. Er wird stets frisch vor der Anwendung hergestellt und wird nicht aufgeköcht, noch auf die benötigte Temperatur gekühlt, wie bei Agar (Daubner 1963).

Das Verfahren ist folgendes: In einen Meßkolben gibt man zu 100 ml der Grundlösung A 7 ml der Lösung B. Nach Mischen des so hergestellten Nährbodens wird mit diesem die inokulierte Wasserprobe in der Petrischale übergossen. Der Boden gelifiziert im Verlaufe von etwa 20 Min. und bildet ein klares glasartiges Gel, auf welchem die Kolonien gut ersichtlich sind. Da bei der Erstarrung des Bodens eine gewisse Wassermenge entsteht, ist es notwendig in das Deckglas der Petrischale ein Absorptionpapier (Filterpapier) einzulegen. Seine Größe ist 14 × 5 cm, es ist mit 10%iger CaCl<sub>2</sub> Lösung gesättigt, getrocknet und sterilisiert.

Insofern es sich um die Empfindlichkeit des Kieselsäurenährbodens bezüglich der Zahl der gezüchteten Kolonien handelt, ist dieser dem Agar-nährboden praktisch gleichwertig (in einigen Fällen sogar statistisch bedeutsam empfindlicher). Die Ergebnisse einiger Paralleluntersuchungen führen wir in Tabelle 2 an.

Die Zahl der bei 20°C/48 Std. entweder auf Agar oder auf Kieselsäurenährboden kultivierten Kolonien heterotropher Bakterien zeigt in den einzelnen Profilen im tschechoslowakischen Donauabschnitt keine statistisch signifikanten Unterschiede. Der Wertevergleich der Zahl der Kolonien zwischen dem Profil Bratislava (Flußkm 1871) und Kováčov (Flußkm 1712), wo die Donau das tschechoslowakische Gebiet verläßt, ergibt, daß es zu einer Verminderung um etwa 1/3 kam (siehe Tabelle 1). Dies bezeugt auch, daß auf diesem Flußabschnitt Selbstreinigungsvorgänge stattfinden.

Tabelle 2

Vergleich der Zahl der Kolonien aus Oberflächenwasser auf Agarnährboden und Kieselsäurenährboden gezüchtet (Durchschnittswerte)

Mikroben	Temperatur	Zahl der Kolonien aus 1 ml Wasser (Klostridien aus 50 ml)	
		Agarnährboden	Kieselsäurenährboden
Heterotrophe Bakterien	20°C	1 150	4 150
	37°C	820	780
Bakterien der Familie Enterobacteriaceae	37°C	460	440
Enterokokken	37°C	13	21
Anaerobe sporulierende Klostridien	37°C	2,2	5,3

## INDIKATOREN FÄKALER VERUNREINIGUNG

Schon zu Beginn unserer hydromikrobiologischen Erforschung der Donau schenkten wir der Bestimmung der Anwesenheit und Zahl, sowie der Bewertung der Indikatoren fäkaler Verunreinigung des Wassers erhöhte Aufmerksamkeit. Es handelte sich in erster Reihe um Bakterien der Familie *Enterobacteriaceae*, weiter um Enterokokken und anaerobe sporulierende Klostridien (*Cl. perfringens* u.a.).

Anfangs verwendeten wir die Nährflüssigkeit (Laktosebouillon mit Inkubation bei 37°C und Glukose-Pepton-Wasser mit Inkubation bei 43°C) an. Seit 1958 verwenden wir Membranfilter. Zur Bestimmung der Bakterien der Familie *Enterobacteriaceae* wählten wir das Verfahren nach den amerikanischen Standardmethoden zur Wasseruntersuchung (1955), welches zu dieser Zeit am besten durchgearbeitet war. Es handelte sich um die Anwendung des MF in Kombination mit angereicherter Endonährflüssigkeit. Die Enterokokken bestimmten wir analog unter Anwendung des Slanetz-Bartley Nährbodens (1957). Dieser enthält unter anderem N-Azid und Triphenyltetrazoliumchlorid, welches durch Enterokokken auf rotes Formosan reduziert wird. Dies bedeutet, daß auf praktisch farblosem Nährboden (bzw. MF) diese in Form kleiner purpurroter Kolonien wachsen. Klostridien bestimmten wir gleichfalls mit MF durch eine Methode, die bei uns Keleti (1958) ausarbeitete und die wir für unsere Bedürfnisse modifizierten.

Eine Vereinfachung und Präzisierung der Bestimmung der Bakterien der Familie *Enterobacteriaceae* und Enterokokken bedeutete die Ausarbeitung eines Verfahrens der Anwendung von MF ohne Filtrationsgerät. Diese Methode bewährte sich deshalb, da schon in einem kleinen Volumen (1 ml) Donauwassers auf dem tschechoslowakischen Abschnitt sich regelmäßig einige (auch Zehn- bis Hunderte) Kolonien der erwähnten Bakterien befinden. Das Prinzip des Untersuchungsverfahrens ist folgendes:

In eine sterile Petrischale legt man 2–3 Schichten steriles Filterpapier (z.B. Whatman) ein. Darauf legt man ein sterilisiertes feuchtes MF des Durchmessers 5–6 cm mit mittlerem Porendurchmesser 0,5–0,7  $\mu$ . Aus einer Pipette wird dann gleichmäßig auf die ganze Oberfläche das gewählte Volumen der Probe (optimal 0,5–1,0 ml) aufgetragen. Die Unterlage saugt das Wasser in einigen Minuten auf. Das MF wird dann mit einer Pinzette an die Oberfläche eines entsprechenden elektiven Nährbodens übertragen, der mit Agar (1–1,5%) oder mit Kieselsäure hergestellt wurde und im Thermostat bei 37°C 20–24 Std. (Enterokokken 48 Std.) inkubiert.

Die gezüchteten Kolonien werden dann mikroskopisch und biochemisch identifiziert. Bei Bakterien der Familie *Enterobacteriaceae* betrachten wir als Kriterium ihrer Zugehörigkeit zu dieser Familie wenigstens diese Zeichen: Gramnegative Stäbchen, Glukosevergärung, Reduktion der Nitrate und negativer Oxydasetest.

Bei der Bestimmung der Zahl der Kolonien von Klostridien verfährt man wie folgt:

Die vegetativen Formen von Mikroben werden in der Wasserprobe zuerst bei 80°C 20 Min. inaktiviert. Aus der Probe wird dann das benötigte Volumen filtriert (wir untersuchen aus Donauwasser 50 ml). Das MF wird aus dem Filtrationsgerät entnommen und auf den Boden einer sterilen Petrischale gelegt. Es wird mit einer Pinzette gehalten und mit 15 ml Wilson-Blairboden für Anaerobe übergossen. Nach Erstarren des Bodens wird der Rand der bedeckten Petrischale mit Plastelline oder Wachs zugeklebt und im Thermostat bei 37°C kultiviert. Nach 48 Std., mit Kontrolle nach 24 Std. werden die gezüchteten schwarzen Kolonien ausgezählt.

Im Jahre 1967 führten wir zur Bestimmung von Bakterien der Familie *Enterobacteriaceae* den Cytochromoxydasetest ein. Bei seiner Anwendung können wir direkt auf dem MF Kolonien der zur Familie *Enterobacteriaceae* gehörenden Bakterien, die einen negativen Test aufweisen von der Begleitflora unterscheiden, die auf Endonährboden sehr ähnliche morphologische und physiologische Eigenschaften aufweisen (es handelt sich hauptsächlich um Bakterien der Familie *Pseudomonadaceae*). Im Prinzip handelt es sich um die Nützung der Fähigkeit einiger bakterieller Gruppen mit Oxydasesystem der Enzyme, das Paraphenylendiamin auf gefärbtes Indophenol zu oxydieren. Das Verfahren und die Anwendung dieses Testes sind wie folgt:

Das MF mit den gezüchteten Kolonien wird auf ein mit stabilisiertem Oxydasereagens gesättigtes Filterpapier in eine Petrischale gelegt. Das Oxydasereagens hat folgende Zusammensetzung (Daubner und Mayer 1968):

Dest. Wasser	100 ml
Komplexon III	0,1 g
Na-Thiosulfat	0,05 g
Tetramethyl-p-phenylendiamindihydrochlorid	0,2 g

Die Kolonien der Bakterien der Familie *Enterobacteriaceae* ändern sich nicht, wogegen Kolonien oxydasepositiver Stämme sich stufenweise vom Rande aus blau färben.

Falls man den Oxydasetest aus Kulturen auf Schrägagar durchführt, verfährt man so, daß mit einer Platinöse (Eisen stört die Reaktion) ein Strich, auf mit dem Reagens gesättigten Filterpapier gemacht wird. Bei positiver Reaktion färbt sich der Anstrich im Verlaufe von 10 Sekunden blau. Eine spätere Verfärbung der Kultur ist nicht maßgebend, da sie von Luft-sauerstoff hervorgerufen sein kann. Gegenwärtig prüfen wir ein weiteres Reagens auf Grund

von *alpha*-Naphthylamin und *p*-Aminodimethylanilinoxalat. Dieses Reagens hat den Vorteil, daß die Reaktion nicht so schnell verläuft und wirklich positive Stämme von der durch exogene Einflüsse hervorgerufenen Reaktion leichter unterscheidbar sind. Die Versuche sind noch nicht abgeschlossen.

Die Ergebnisse, die wir unter Anwendung dieser Methoden erzielten, zeugen davon, daß das Donauwasser des tschechoslowakischen Abschnittes durch Fäkalbakterien stark verunreinigt ist. Ihre höchste Zahl wurde beim Eintritt des Flusses auf tschechoslowakisches Gebiet bei Devín gefunden (siehe Tabelle 1). Es ist dies eine direkte Beeinflussung durch das gelegene 1,7 Mio Wien (ca. 40 km des Flusses), wie auch durch Mähren. Im Verlaufe des tschechoslowakischen Abschnittes verringert sich die Zahl dieser Bakterien und im Profil Kováčov, wo der Fluß an Ungarn grenzt, ist die Bakterienzahl der Familie *Enterobacteriaceae* nahezu dreimal kleiner, die der Enterokokken sogar mehr wie viermal und bei den Klostridien verringert sich die Zahl der Kolonien etwa um die Hälfte. Der Einfluß der Stadt Bratislava ist nur während 5 km von der Kanalisationseinmündung an beim linken Ufer erkennbar.

Aus den einzelnen Arten von Bakterien der Familie *Enterobacteriaceae*, denen wir erhöhte Aufmerksamkeit widmeten, überwogen *E. coli*. Gemeinsam mit *Alkalescens-Dispar* (Kauffmann 1966) sind sie im langjährigen Durchschnitt zu 54,6% vertreten. Dies zeugt deutlich von der Anwesenheit frischer fäkaler Verunreinigung im Wasser. Dann folgt die Art *C. freundii* (zusammen mit *Bethesda-Ballerup*) mit 22,7%, weiter *E. aerogenes* 12,9%, *E. cloacae* 3,6% und weitere Arten mit Bruchteilen von %. In den Jahren 1965—1967 beobachteten wir einige Veränderungen in der prozentuellen Vertretung der Bakterien der Familie *Enterobacteriaceae*. Es kam hauptsächlich zur Verringerung des Anteiles der *E. coli*. Gegenwärtig untersuchen wir die Ursachen dieser Erscheinung.

#### PHYSIOLOGISCHE GRUPPEN DER MIKROBEN

Aus den einzelnen Gruppen von Mikroben, die über den Grad der Selbstreinigungsprozesse und über den Kreislauf der Stoffe Aufschluß geben, bestimmen wir gegenwärtig diese: Die Anzahl der Kolonien von Aktinomyzeten auf Stärkeagar, die Zahl von Kolonien von Bakterien die anorganische und organische Phosphorverbindungen verbrauchen auf Nährböden mit Phosphaten, bzw. mit Lecithin, den Titer schwefelreduzierender Bakterien auf Starkeyboden und den Titer ammonisierender Bakterien auf Peptonboden. Spezielle Beobachtung widmen wir der Familie *Pseudomonadaceae*, namentlich der Gattung *Pseudomonas* und *Aeromonas* als wichtige Indikatoren der Bewertung der Wasserverunreinigung und als Antagonisten gegen Bakterien der Familie *Enterobacteriaceae*. (Die Herstellung der angeführten Böden und die Arbeitsmethodik sind in der Monographie *Mikrobiologie des Wassers* (Daubner 1967) enthalten.)

Die bisher erzielten Resultate führten wir nicht an, da wir vor allem die Empfindlichkeit der Methoden und der benützten Nährböden bestimmen und diese statistisch auswerten wollten. Gleichzeitig untersuchen wir die Möglichkeit der Anwendung von MF und dort wo es möglich und

wünschenswert ist des Kieselsäuregels, bzw. weiterer Methoden. Die Ergebnisse, die wir im Verlaufe der nächsten Jahre erzielen, werden wir stufenweise veröffentlichen.

#### LITERATUR

- CZECZUGA, B. (1960), *Bakterioplankton niektórych wod powierzchniowych woj. Białostockiego obliczany metoda saczkow membranowych*. Roczniki PZH, 11: 455—460.
- DAUBNER, I. (1956), *O metode priameho mikroskopického zistovania baktérii vo vode*. Biológia, 11: 272—281.
- DAUBNER, I. (1963), *Die Anwendung des Kieselsäuregels bei der Bereitung bakteriologischer Nährböden*. Z. ges. Hyg., 9: 302—312.
- DAUBNER, I. (1967), *Mikrobiológia vody*. VSAV Bratislava.
- DAUBNER, I. und MUCHA, V. (1964), *Uplatnenie metódy mikroskopického zistovania baktérii pri vyšetrovani čistých vod*. Biológia, 19: 40—48.
- DAUBNER, I. und MAYER, J. (1968), *Die Anwendung des Oxidase-Testes bei der hygienisch-bakteriologischen Wasseranalyse*. Arch. Hyg. Bakteriol., 12.
- HETTICHE, H. O. und MÜNCH, H. (1938), *Die Verwendung von Kieselsäurenährböden bei der bakteriologischen Untersuchung von Wasser und Abwasser*. Arch. Hyg. Bakteriol., 119: 168—177.
- KAUFFMANN, F. (1966), *The Bacteriology of Enterobacteriaceae*. Munksgaard, Kopenhagen.
- KELETH, J. (1958), *Príspevok k otázke zachytenia a prežívania Cl. perfringens v povrchových vodách*. Čs. Hyg., 3: 223—227.
- KORSCH, L. E. (1959), *Direkte Methode der Bestimmung von Bakterien beim sanitären Studium des Wassers* (russ.) Z. Gigiena, 24: 85.
- LORENZ, W. (1944), *Die Verwendung von Kieselsäurenährböden bei der bakteriologischen Trinkwasseruntersuchung*. Z. Hyg., 125: 457—467.
- LUMPKINS, E. D. und ARVESON, J. S. (1968), *Improved Technique for Staining Bacteria on Membrane Filters*. Appl. Microbiol., 16: 433—434.
- MUCHA, V. und DAUBNER, I. (1961), *Rozvoj a uplatnenie bakteriologických metód v rámci limnologického výskumu Dunaja*. Bratislavské Lek. Listy, 41: 214—221.
- MUCHA, V. und DAUBNER, I. (1965), *Hydromikrobiologie im Rahmen der limnologischen Erforschung der Donau in der ČSSR*. Arch. Hydrobiol. (Suppl.), 30: 1—23.
- RAZUMOV, A. S. (1932), *Methode der direkten Bakterienzählung im Wasser* (russ.) Z. Mikrobiol., 2: 131—146.
- SLANETZ, L. W. und BARTLEY, C. H. (1957), *Numbers of Enterococci in Water, Sewage and Feces Determined by the Membrane Filter Technique With an Improved Medium*. J. Bacteriol., 74: 591—595.
- Standard Methods for the Examination of Water, Sewage and Industrial Wastes*. 10. Aufl. (1955). AWWA New York.

Eingegangen am 18. Oktober 1968

Institut für experimentelle  
Hygiene der SAV in Bratislava

## HÖHERE WASSERPFLANZEN IN IHRER UMWELT — EINE NEUORIENTIERUNG —

VON

KÄTHE SEIDEL

Die Flechtbinse *Scirpus lacustris* L. gilt als Zeigerpflanze für sauberes Wasser (Linstow 1928). Üblicherweise übersetzt man das folgendermaßen: Die Flechtbinse wächst darum an dieser oder jener Stelle, weil das Wasser sauber ist. Ist das nun die einzig-zulässige Interpretation oder kann es vielleicht nicht so sein, daß das Wasser deshalb sauber ist, weil die Flechtbinse dort wächst? Wir haben uns vor vielen Jahren schon diese Frage ganz ernsthaft gestellt und bemühen uns seitdem um die experimentelle Klärung des Problems, ob und auf welche Weise die höhere Pflanze und insbesondere die höhere Wasserpflanze ihren Standort in einer sinnfälligen und für den Biotop maßgebenden Weise verändern kann. Dieses Problem hat durch die unheilvolle, zunehmende Belastung unserer Biotope, die auch den Menschen unmittelbar berührt, unerwartete und wesentliche neue Akzente bekommen.

In mancher Hinsicht ist man sich schon länger darüber im klaren, daß höhere Wasserpflanzen für den menschlichen Lebensbereich von Bedeutung sind. Für unsere Vorfahren war beispielsweise die Wassernuß *Trapa natans* gebietsweise ein wichtiges Nahrungsmittel; sie ist es bis heute in manchen Gebieten Ostasiens geblieben. Auch *Glyzeria maxima* wurde als Nahrungsmittel verwendet. In manchen Gebieten Finnlands sind *Phragmites communis* und *Equisetum limosum* ein wichtiges Futtermittel. Als Baumaterial sind Schilf und Flechtbinsen bekannt. In neuerer Zeit ist der Uferbefestigung durch Wasserpflanzen das Wort gesprochen worden. Jedoch hat es auch industrielle Gesichtspunkte gegeben: Die Zellstoffgewinnung aus *Phragmites communis*, die besonders durch die grundlegenden Arbeiten von Rudescu stark erweitert wurde, muß hier an erster Stelle genannt werden. Auch die pharmazeutische und kosmetische Industrie verwendet Wasserpflanzen für ihre Produkte. *Elodea canadensis* und *Eichhornia crassipes* haben bekanntlich in ganz anderer Hinsicht die Interessensphäre der Menschen berührt.

Um all das geht es in unseren Untersuchungen nicht. Wir interessieren uns dafür, ob eine höhere Wasserpflanze durch Elimination oder

durch Exkretion oder durch Transformation von Substanzen ihren Standort zunächst chemisch und als Folge dessen dann auch biologisch derartig verändern kann, daß man sie auch unter diesen Gesichtspunkten als aktiven Posten einer Biozönose oder einer Technizönose zu beurteilen hat und möglicherweise gezielt verwenden kann.

Unsere Untersuchungen haben nun in der Tat bemerkenswerte Hinweise für diese Funktionen erbracht. Diese Hinweise beziehen sich vor allem auf die Stoffelimination aus belasteten Biotopen, auf die Exkretion biologisch aktiver Verbindungen, sowie auf die Transformation in der Biosphäre und auf die Einstellung einer spezifischen Mikroflora im Biotop.

Tabelle  
Aschenanalysen grüner Pflanzenteile einiger

Wasserpflanze	Ca	Mg	P	K	Na	Fe
	g/kg Tr-S	g/kg Tr-S	g/kg Tr-S	g/kg Tr-S	g/kg Tr-S	g/kg Tr-S
<i>Scirpus lacustris</i>	3,95	0,98	2,00	10,30	6,30	0,78
<i>Carex stricta</i>	4,84	2,06	2,20	13,90	2,20	3,80
<i>Iris pseudacorus</i>	16,97	2,58	2,50	35,40	1,70	1,30
<i>Typha angustifolia</i>	14,36	1,49	2,20	14,10	12,20	1,10
<i>Glyceria aquatica</i>	4,79	1,46	2,50	26,00	1,20	1,30
<i>Phragmites communis</i>	1,70	0,82	1,40	8,10	1,10	0,92
<i>Acorus calamus</i>	12,33	1,84	2,90	20,00	4,10	0,97
<i>Sparganium erectum</i>	10,11	2,10	3,90	24,80	6,80	3,60
<i>Myosotis palustris</i>	9,13	1,50	2,00	42,50	5,00	10,20
<i>Mentha aquatica</i>	16,95	1,58	2,20	10,50	6,90	3,10

Tabelle 2

Mineralstoffgehalt der Flechtbinse im Halm, Rhizom und Wurzel nach einer Vegetationsperiode bei gleichen Nährstoffgaben (1%ige van der Cronsehe Nährlösung wä. chemisch erneuert) und gleichen Kulturmaßnahmen, aber verschiedenem Untergrund

Substrat	Pflanzenteil	K	Na	P mg/kg
				Tr. - Substanz
Torf	Halm	21,4	3,3	1,2
	Rhizom	27,2	2,6	10,5
	Wurzel	21,3	2,2	1,9
Schlamm	Halm	7,5	2,2	0,7
	Rhizom	7,5	1,0	2,3
	Wurzel	1,6	0,4	1,5
Sand	Halm	15,1	2,5	0,7
	Rhizom	10,6	1,2	3,2
	Wurzel	2,3	0,5	0,4
Kies	Halm	20,0	2,2	0,8
	Rhizom	10,2	1,5	3,6
	Wurzel	1,9	0,4	0,2
Hydrokultur	Halm	5,5	0,8	2,5
	Rhizom	16,7	1,7	6,7
	Wurzel	1,9	0,3	5,7
Lehm	Halm	9,7	1,7	0,5
	Rhizom	4,8	0,8	1,1
	Wurzel	2,6	0,6	0,1

Zur Stoffelimination ist zu bemerken, daß die höhere Wasserpflanze als autotropher Organismus per se auf die anorganische Ionengarnitur des Standortes einen Einfluß nimmt im Sinne eines Ionenzuges. Die erhebliche Belastung unserer Gewässer mit anorganischen Nährstoffen, insbesondere mit Kaliumsalzen und Phosphaten, ist schon allein Grund genug, die Einbeziehung autotropher höherer Wasserpflanzen in unserer Technozönose neu zu überdenken. Dabei ist es eine der wichtigsten Voraussetzungen, sich über die spezifischen Aufnahmeleistungen dieser Pflanzen ein Bild zu machen. Wie unterschiedlich dieses zu beurteilen ist, zeigen allein schon vier Beispiele (Tabellen 1—4), in denen an Hand der

1

Wasserpflanzen aus dem gleichen Gewässer

Si	Cu	Co	Zn	Ni	Mo	Mn	B
g/kg Tr-S	g/kg Tr-S	g/kg Tr-S	g/kg Tr-S	g/kg Tr-S	g/kg Tr-S	g/kg Tr-S	g/kg Tr-S
12,60	4,8	5,68	50	1,71	0,55	1 200	14,6
17,60	5,6	6,72	63	2,46	0,29	970	21,4
4,30	5,7	1,11	50	1,75	0,33	382	10,3
3,70	4,7	0,44	43	1,86	0,30	779	24,5
14,80	5,6	0,48	73	1,99	0,24	586	15,0
21,70	4,2	0,62	37	1,53	0,26	166	8,2
3,30	4,1	0,53	38	1,08	0,30	383	56,9
6,80	5,6	1,07	76	2,27	0,24	604	40,2
8,30	12,2	1,44	104	3,19	0,53	2 000	30,8
4,10	8,5	0,54	78	2,03	0,47	381	38,3

Tabelle 3

Mineralstoffgehalt von Halmen, Rhizomen und Wurzeln der Flechtbinse aus verschiedenen Wassertiefen

	Wassertiefe cm	g/kg Ca	mg/kg					
			K	Cl	Cu	Zn	Mn	B
Halme	0	6,13	22,81	17,23	6,6	57	178	13,1
	50-75	7,09	31,29	27,39	6,0	46	56	12,2
	100-150	15,02	37,93	35,14	6,5	55	98	13,8
Rhizom	0	3,20	7,06	2,94	9,0	44	161	8,2
	50	1,44	9,22	4,42	12,8	53	110	6,0
Wurzel	0	15,31	4,11	4,43	41,0	301	602	15,7
	50	13,80	8,06	7,09	43,4	514	433	18,0

Tabelle 4

Quantitativ unterschiedliche Aufnahme von Metall-Ionen durch den Halm der Flechtbinse aus zwei verschieden stark eutrophen Gewässern, nämlich einem holsteinischen gesunden See und einem ungeklärten städtischen Abwasser. Angaben in mg/kg Trockensubstanz

	Cu	Co	Mn	Cr	Ni	V
Gesunder See	18	3	260	2,5	3,5	6
Ungeklärtes Abwasser	50	15	2 500	115	30	115



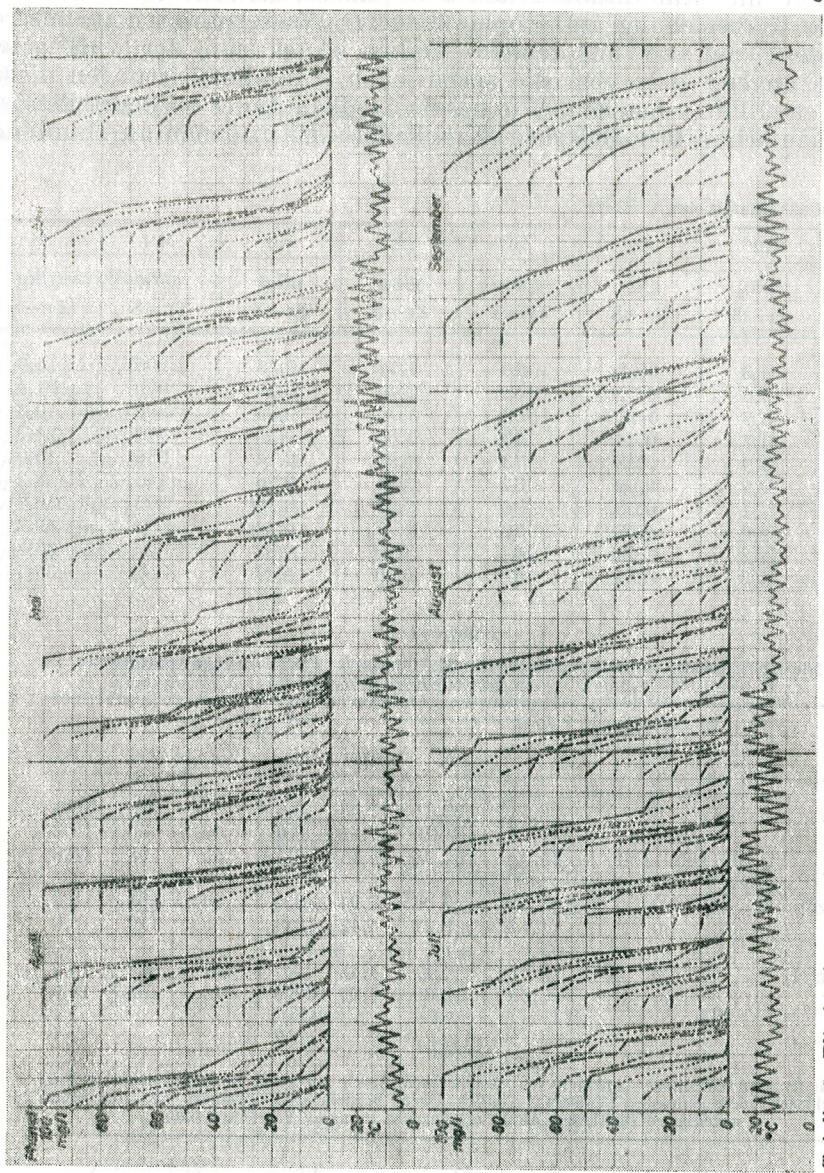


Tabelle 5: Elimination von einwertigem Phenol aus 5 l Brunnenwasser, in das Flechlbinsen gepflanzt wurden (je 300 g Biomasse).

Ordinate: Phenolkonzentration des Brunnenwassers. Abszisse: Abbauezeit in Tagen. Darunter: Temperatur-Kurve des Phenol-Wassers. Die bei biochemischen Prozesse bekannte „lag“-Phase, also die Phase der Adaption ist vor allem bei den höheren Phenoleaten gut zu erkennen.

a

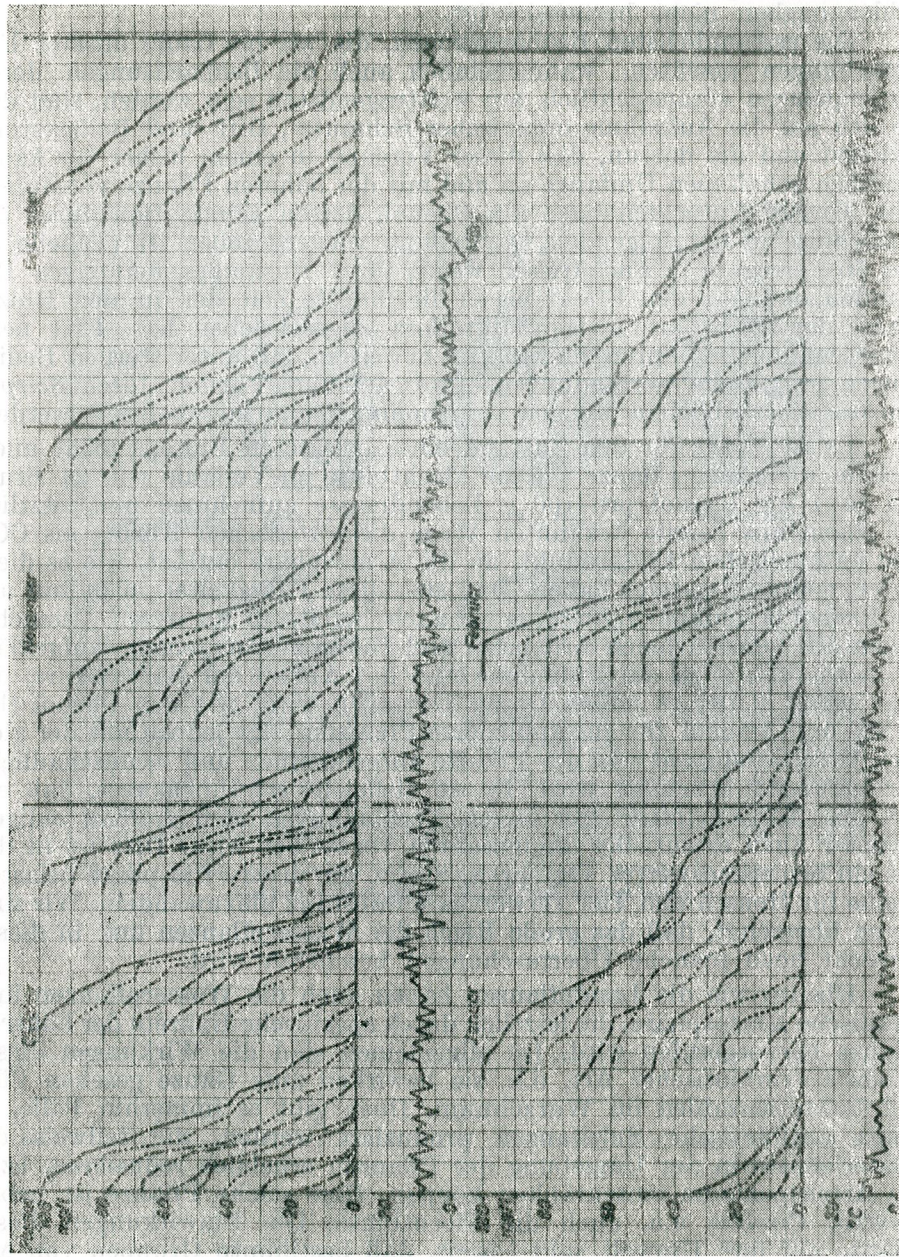


Tabelle 5 b

Aschenanalysen einige Eliminationszahlen angegeben sind. Die epidermalen Ausscheidungen, die bei den Halmen von *Scirpus lacustris* besonders groß sind, wie wir inzwischen nachweisen konnten, sind bei den Zahlenangaben nicht berücksichtigt.

Die erstaunlichsten Beobachtungen, die wir im Laufe unserer Untersuchungen machten, wahrscheinlich auch die Beobachtungen, deren Konsequenzen voraussichtlich am weittragendsten sein werden, sind die, die sich auf die Aufnahme organischer Schmutz-, Gift- und Ballaststoffe beziehen und die dartun, daß dieser Vorgang in einem bisher für kaum glaublich gehaltenen Umfange an und mit der höheren Pflanze vonstatten geht. Unsere Untersuchungen am Phenol, dessen Elimination durch die Flechtbinse in der folgenden Darstellung wiedergegeben ist (Tabelle 5a und 5b), erregten in Fachkreisen wegen ihres Ausmaßes derartiges Befremden, daß man den Effekt bis in die jüngste Zeit der in der Rhizosphäre der Flechtbinse tätigen Mikroflora zugeschrieben hat. Erst neue Untersuchungen konnten einwandfrei beweisen, daß unter sterilen Bedingungen organische Verbindungen, unter anderem Phenol, durch *Scirpus lacustris* in erheblichen Mengen aufgenommen und metabolisiert werden.

Es ist sicher für den Zustand eines belasteten Biotops nicht unerheblich, wenn eine Pflanze wie die Flechtbinse im Verlaufe von 24 Stunden ca 4 mg Phenol pro 100 g Lebendmasse aufnehmen und letztlich auf einem uns bereits bekannten Wege diese toxischen Körper als CO<sub>2</sub>, dem katabolischen Endprodukt, an die Atmosphäre entläßt, wie es diese Untersuchungen gezeigt haben. Daß sich diese Fähigkeiten nicht nur auf das Phenol beschränken, konnten wir auch bereits in mehreren Versuchsreihen mit verschiedenen Aromaten und Heterozyklen zeigen. Aufgeklärt ist inzwischen auch die Aufnahme und der Abbau der Salizylsäure, die zwar nicht in derart hohen Dosen vertragen wird, wie das Phenol (bis zu 900 mg/l Phenol für gut applizierte Pflanzen), das jedoch mit der gleichen Geschwindigkeit von der Pflanze aufgenommen und in unschädliche Verbindungen überführt wird. Es ist vielleicht erwähnenswert, daß ein Teil des Kohlenstoffes aus diesen Verbindungen zum Aufbau einiger, darunter auch essentieller Aminosäuren verwendet wird. Dies ist in der Tat ein bemerkenswertes Verfahren, Stoffe, die unsere Biosphäre belasten in eine für Mensch und Tier verwertbare Substanz umzuwandeln. Wir sind davon überzeugt, daß das große Reich der Wasserpflanzen uns in dieser Hinsicht noch manche Überraschungen bescheren wird.

Ebenso wie die Landpflanzen haben auch die Wasserpflanzen ihre spezifische Rhizosphäre, die letztlich durch spezifische Exkrete der höheren Pflanze hervorgerufen wird. Im allgemeinen sind die Wirkungen dieser Exodate symbiotischer Art, d.h. sie bewirken aufs Ganze gesehen Pilz- und Bakterienzahlen im Wurzelraum. Doch gibt es immerhin Fälle, in denen antibiotische Substanzen produziert werden, die teilweise die Bakterienzahl in der Umgebung der Pflanzen erheblich reduzieren, bzw. das Artenspektrum einschränken können. Eine solche Pflanze ist neben *Mentha*, *Cirsium* u.a. auch die Flechtbinse. Die Einwirkungen dieser Pflanze auf ihre Umwelt geht soweit, daß bestimmte Gruppen von Mikroorganismen, unter anderem Escherichien, aus solchen Biotopen in kurzer Zeit restlos verschwinden (Abb. 1). In zahlreichen Versuchsanlagen hat sich dieses Phänomen bestätigen lassen, und es hat sich in Labor-

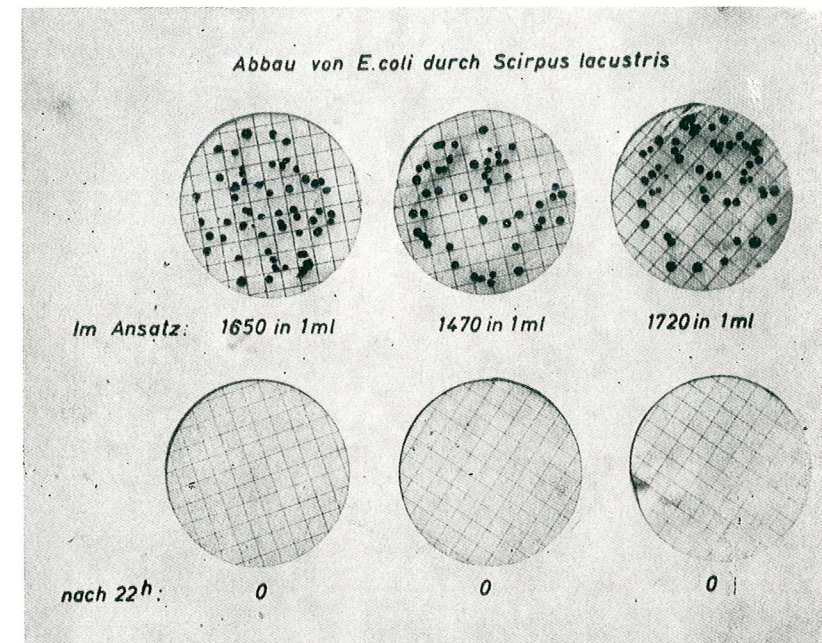


Abb. 1.—Abbau von *Escherichia coli* durch *Scirpus lacustris* in einem synthetischen Coli-Aufluß (Membranfiltermethode).

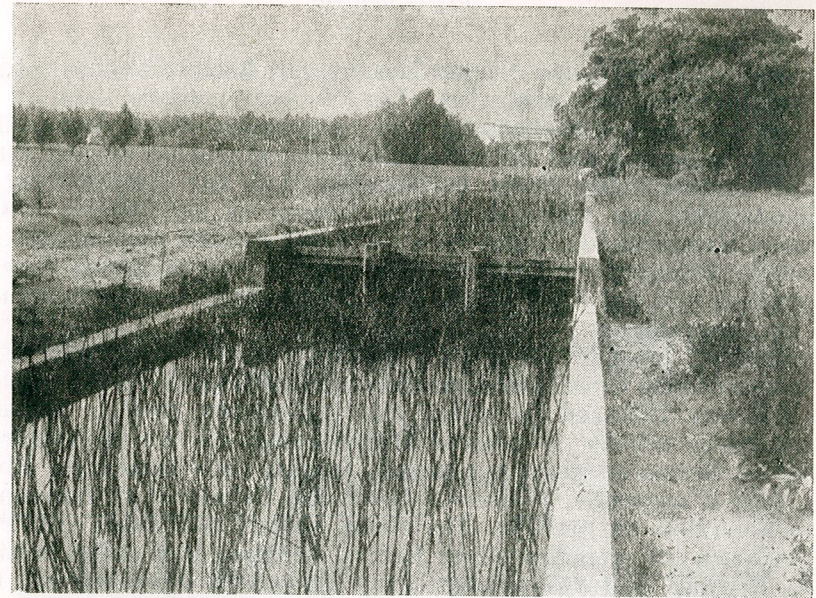


Abb. 2.—Neuerstellte Versuchsanlage, bepflanzt mit *Scirpus lacustris*, zu Eliminations-Versuchen aus den Abwässern einer Keksfabrik.

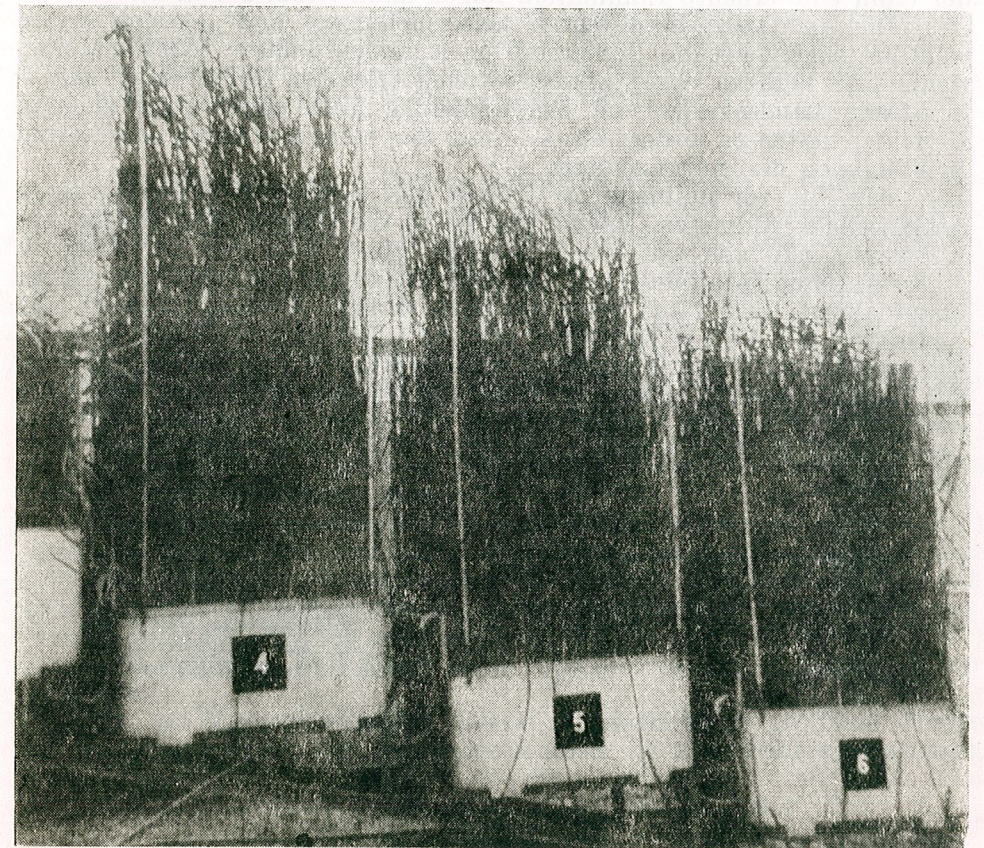


Abb. 3. — Versuchsanlage mit städtischen und industriellen Abwässern am Bodensee im 1. Jahr der Pflanzung. (Kaskadenförmige Anordnung: 1 Kasten *Phragmites communis*, 3 Kästen *Scirpus lacustris*).

untersuchungen gezeigt, daß *Scirpus lacustris* ein hochwirksames Antibiotikum synthetisiert und exkretiert. Vor 10 Jahren hätte man es noch weithin als das allein erstrebenswerte Ziel angesehen, dieses Antibiotikum nach seiner Isolierung und Strukturaufklärung möglichst schnell synthetisch auf kommerzieller Basis herzustellen und zur Bekämpfung von Infektionskrankheiten vorzusehen. Uns scheint es der bessere Weg zu sein, unsere Kenntnisse so auszunutzen und mit starken Argumenten diese und ähnliche Pflanzen zur Beherrschung unserer verschmutzten Gewässer heranzuziehen und auf diese Weise die Infektionsgefahr über Schmutzwässer zu kontrollieren.

Schließlich erscheint es uns im Rahmen unserer generellen Fragestellung wesentlich, Untersuchungsergebnisse darüber zu erhalten, ob und welche höheren Pflanzen in einem mit kolloidalen Stoffen belasteten Gewässer die so schwer trennbaren Dispersionen, die wir in letzter Zeit so häufig im Gewässer finden (u.a. Milch, Stärke, viele Tonsorten, Eiweißkörper, viele Kunststoffe, Wasser-Öl-Gemische, Schäume) zu trennen und dadurch abbaubar zu machen. Aus einem großen Sortiment von Pflanzen, mit denen wir experimentiert haben, zeichnen sich dafür bestimmt *Mentha*-, *Scirpus*- und *Juncus*arten sowie *Phragmites communis* ab. Diese Transformation in belasteten und schwer aufschließbaren Gewässern und Schlämmen herbeizuführen, scheint uns eine primäre Aufgabe zu sein, der dann eine erneute Elimination folgen kann (Abb. 2 und 3).

Die hier kurz dargestellten Untersuchungen und Befunde liefern wohl im Augenblick die gravierendsten Argumente dafür, daß die Einbeziehung der höheren Wasserpflanze — nach kritischer Einzelwürdigung — in unsere Landschafts- und Städteplanung auch unter ganz anderen Gesichtspunkten zu fordern ist, als unter den mehr ästhetisch orientierten Bemühungen des Naturschutzes.

Seit wir vor nunmehr 20 Jahren uns dem hier kurz angedeuteten Arbeitsgebiet widmeten, haben wir bis in die jüngste Zeit hinein viel Ablehnung gefunden und manch Ärgernis erregt. Aber eine neue Zeit mit oft verwegenen Intuitionen und mit ihren speziellen Anforderungen drängt unaufhaltsam nach vorn. Seien wir doch ehrlich: Zweifel, Umbruch und Neubeginn können sich nicht nur auf Gesellschaftsordnung, Geisteswissenschaft und Technik beziehen, sondern erfassen auch andere, vielleicht alle Bereiche unseres Lebens, auch das der Botanik, Biochemie und Ökologie der Biosphäre — hier im Blick auf belastete Gewässer — führen zwangsläufig zu einer Neuorientierung auf dem Gebiet der höheren Wasserpflanzen.

Eingegangen am 18. Oktober 1968

Limnologische Station in  
der Max-Planck-Gesellschaft  
Krefeld-Hülserberg

## ÜBER ZWEI FORMEN DES RÄDERTIERES *COLLOTHECA BALATONICA* VARGA

VON

VLADIMÍR SLÁDEČEK

According to an analysis of the dimensions of the rotifer *Collotheca balatonica* Varga found on several localities in Central Europe (Hungary, Czechoslovakia, Roumania) it became evident that two forms of this species are existing: *Collotheca balatonica balatonica* VARGA showing a total length of 160–230  $\mu$  and carrying at maximum 1 amictic egg, and *Collotheca balatonica rodewaldi* n.f. showing a total length of 280–400  $\mu$  and carrying 1–2 amictic eggs. In Tab. 1 the dimensions and on Figs 1–9 the shape of *C. balatonica rodewaldi* from the artificial reservoir Klíčava (C. Bohemia) were given.

Die pelagische Art *Collotheca balatonica* wurde von L. Varga (1935—36) aus dem Balaton-See in Ungarn beschrieben und abgebildet. V. Sládeček (1950) meldete sie aus beiden Padri-Teichen, aus dem Teiche Rožmberk, aus dem Potamoplankton des Flusses Lužnice stromabwärts Rožmberk's und aus dem Teiche Černiš bei České Budějovice in Böhmen. E. Bartoš (1959) erwähnte in seiner Monographie noch die Lokalitäten Dolejší Teich bei Blatná und Hejtman Teich bei Strmilov (leg. J. Fott). L. Rudescu (1960) beschrieb sie in seiner Monographie der rumänischen Rädertiere aus dem Donau-Delta: ghiolurile Merhei, Matîța, Lumina, Danov, Gorgova und Fortuna. Weitere Funde stammen aus dem Nil-Delta in Ägypten (H. Klimowicz, 1961, 1962): in der Litoralzone des Niles und in einem schiffbaren Kanal.

Alle erwähnten Autoren und auch Berzins (1951) und Voigt (1957) geben die ursprünglich von Varga bestimmten Ausmaße der Gesamtlänge 160–230  $\mu$  an oder befassen sich mit der Größe überhaupt nicht. Auch gibt es nur 3 Abbildungen (Varga, Rudescu, Klimowicz). Dabei ist es notwendig zu erwähnen, daß aufgrund der Abbildung von Klimowicz (1961) gar nicht sicher ist, daß dieser Autor wirklich die Art *C. balatonica* vor sich hatte.

In der Tschechoslowakei wurde *C. balatonica* in größerer Menge im Sommerplankton der Talsperre Klíčava in Mittelböhmen mehrfach

gefunden. Die im Epilimnion erbeuteten Exemplare wurden gemessen (Tabelle 1) und dabei stellte es sich heraus, daß sie doppelt so groß sind, als die Exemplare aus Ungarn und Rumänien. In den morphologischen

Tabelle 1

Ausmaße von 11 Exemplaren von *Collotheca balatonica rodewaldi* aus dem Stausee Klíčava, 8. Juni 1962

Ausmaße $\mu$	Exemplar Nr.										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Gesamtlänge ohne Wimperborsten	420	350	310	340	310	300	360	420	380	330	280
Länge der Wimperborsten	40	28	28	25	25	23	25	35	25	22	30
Länge des Gehäuses	420	420	435	425	240	350	425	390	490	340	280
Entfernung zwischen dem Ende des Gehäuses und dem Ende des Fußes	85	160	140	140	85	130	140	115	210	115	70
Länge der Krone	40	42	42	42	40	35	44	30	56	44	42
Länge des Rumpfes	78	85	70	70	85	98	100	100	140	140	99
Länge des Fußes	310	320	200	200	180	160	210	300	210	160	140
Breite der Krone	55	70	57	65	55	70	58	56	70	56	63
Breite des Rumpfes	55	43	42	60	55	70	55	56	70	53	56
Breite des Gehäuses	140	140	130	130	115	140	130	120	160	140	127
Anzahl der Eier	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1
Ausmaße der Eier	0	0	65 × 52	0	0	0	0	68 × 45	0	56 × 42	57 × 42
Länge des kontrahierten Rädertieres	280	180	170	170	190	160	170	200	240	200	170

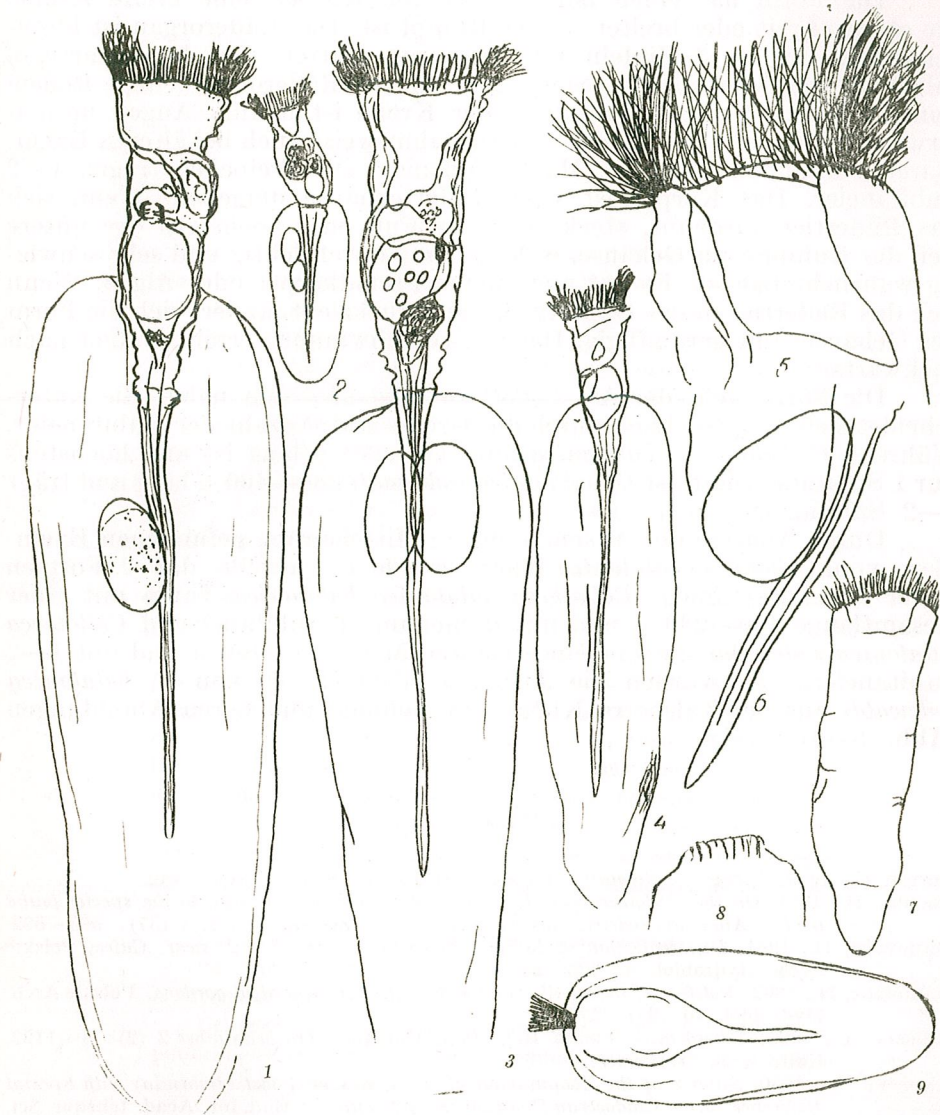
Merkmale (Abb. 1—9) gibt es keine oder nur geringfügige Unterschiede, die meistens durch verschiedene Ausdehnungen oder Zusammenziehungen der Rädertiere gegeben sind.

Die Gesamtlänge der Exemplare aus der Klíčava Talsperre bewegt sich zwischen 280 und 420  $\mu$ . Auch die Ausmaße an zwei anderen böhmischen Lokalitäten sind ähnlich. Ein Exemplar aus dem Oberen Padrůteich vom 18.VII.1949 hatte die Gesamtlänge 400  $\mu$ , Länge des Gehäuses 390  $\mu$ , ein Exemplar aus dem Teiche Černiš vom 9.VIII.1950 die Gesamtlänge 400  $\mu$ . Dagegen hinaus hatte eine erwachsene *Collotheca balatonica* aus dem Teiche Rožmberk die Gesamtlänge nur 225  $\mu$ , Länge des Gehäuses 110  $\mu$  und besaß ein Sommeri 48 × 25  $\mu$ . Die Breite der Krone betrug nur 21  $\mu$ .

Bei einem anderen Exemplar aus dem Černiš Teich wurde die Auschlüpfung der Larve aus dem Sommeri beobachtet. Das Ei hatte die Ausmaße 54 × 38  $\mu$ , die frisch geborene Larve 92 × 25  $\mu$  (Abb. 7).

Als Nahrung dienten in der Talsperre Klíčava die kleinen farblosen Flagellaten des Planktons.

Aufgrund der beschriebenen Größenunterschiede schlage ich vor, zwei Formen von *Collotheca balatonica* zu unterscheiden: *C. balatonica balatonica* Varga und *C. balatonica rodewaldi* n.f.



*Collotheca balatonica rodewaldi* n.f. aus böhmischen Lokalitäten. 1, Talsperre Klíčava, 8.VI.1962, Exemplar Nr. 11 (Tab. 1). Gesamtlänge 280  $\mu$ . — 2, Teich Černiš, 9.VIII.1950. Gesamtlänge 400  $\mu$ . — 3, Talsperre Klíčava, 8.VI.1962. — 4, Talsperre Klíčava, 8.VI.1962. — 5, Teich Černiš, 9.VIII.1950, Krone mit deutlichen Augen. — 6, Der Fuß von *C. balatonica balatonica*, Teich Rožmberk, 1.VIII.1950. — 7, Frisch ausgeschlüpfte Larve 92 × 25  $\mu$ , Teich Černiš, 9.VIII.1950. — 8, Krone während des Zusammenziehens, Teich Černiš, 9.VIII.1950. — 9, Kontrahiertes Exemplar, Talsperre Klíčava, 8.VI.1962. Original.

*Collotheca balatonica rodewaldi* n. f.

Die Form hat einen lang gestreckten Körper, eine breite Krone, die ebenso breit oder breiter als der Rumpf ist. Das Räderorgan ist hufeisenförmig mit 2—3 Zipfeln mit längeren, starren und borstenartigen Zilien an der Ventralseite. Sonst gibt es am Räderorgan einige Reihen feinerer Zilien. Ventrale Wandung der Krone ist hyalin. Augen normalerweise fehlen, nur bei Larven und ausnahmsweise auch bei älteren Exemplaren vorhanden (Abb. 5). Mastax uncinat. Die Weibchen tragen 1—2 Subitaneier. Das Körper ist vom Gallertgehäuse umgeben. Wenn sich das Rädertier ausdehnt, steckt nur der Fuß oder höchstens der untere Teil des Rumpfes im Gehäuse, welches ganz durchsichtig und sehr schwierig wahrnehmbar ist. Es hat auch keine Fremdkörper oder Algen. Wenn sich das Rädertier in das Gallertgehäuse zurückzieht, ändert sich die Form des Gehäuses nur geringfügig. Das aktive Schwimmen erfolgt immer nach rückwärts.

Die Form steht der Art *Collotheca balatonica* sehr nahe. Sie unterscheidet sich hauptsächlich durch die Größe und Anzahl der Subitaneier. Während *C. balatonica balatonica* nur 160—230  $\mu$  lang ist und höchstens nur 1 Subitanei trägt, ist *C. balatonica rodewaldi* 280—400  $\mu$  lang und trägt 1—2 Subitaneier.

Durch Analyse der Ausmaße der in Mitteleuropa gefundenen Exemplare von *Collotheca balatonica* Varga wurde festgestellt, daß 2 Formen dieser Art vorkommen: *Collotheca balatonica balatonica* Varga mit einer Gesamtlänge 160—230  $\mu$  und mit immer nur 1 Subitanei und *Collotheca balatonica rodewaldi* n.f. mit einer Gesamtlänge 280—400  $\mu$  und mit 1—2 Subitaneiern. Es wurden die Ausmaße (Tabelle 1) von *C. balatonica rodewaldi* aus der Talsperre Kličava in Böhmen und deren Abbildungen (Abb. 1—9) gezeigt.

## LITERATUR

- BARTOŠ, E., 1959, *Viřníci — Rotatoria*. Fauna ČSR 15: 1—969, NČSAV, Prag.  
 BERZINS, B., 1951, *On the Collotheceean Rotatoria. With special reference to the species found in the Aneboda district, Sweden.*, Arkiv för Zoologi ser. 2, 1 (37): 565—592.  
 KLIMOWICZ, H., 1961, *Differentiation of Rotifers in various zones of Nile near Cairo*, Polskie Arch. Hydrobiol. 9: 223—242.  
 KLIMOWICZ, H., 1962, *Rotifers of the small water bodies of Cairo botanical gardens*, Polskie Arch. Hydrobiol. 10: 241—270.  
 RUDESCU, L., 1960, *Rotatoria*. — Fauna Rep. Pop. Române, *Trochelminthes* 2 (2): 1—1192, Edit. Acad. Bukarest.  
 SLÁDEČEK, V., 1950, *Studies of the Zooplankton of the Ponds of Padř (Bohemia) with Special Reference to the Cladoceran Holopedium gibberum*. — Bull. int. Acad. tchèque Sci. 51 (22): 1—28.  
 VARGA, L., 1935—36, *Collotheca balatonica n.sp., ein neues pelagisches Rädertier aus dem Balatonsee*. — Arb. I. Abt. ung. biol. Forschungsinst. 8: 178—185.  
 VOIGT, M., 1957, *Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas*. Bornträger, Berlin, I-Textband S. 508, II. Tafelband Taf. 115.

Eingegangen am 2. September 1968

Institut für Wassertechnologie,  
Prag, Tschechoslowakei

## AVIS AUX AUTEURS

La «Revue Roumaine de Biologie — Série de Zoologie» publie des articles originaux d'un haut niveau scientifique de tous les domaines de la biologie animale: morphologie, physiologie, génétique, écologie, taxonomie, etc. Les sommaires des revues sont complétés par d'autres rubriques comme: 1. La vie scientifique, qui traite des manifestations scientifiques du domaine de la biologie: symposiums, conseils, etc. 2. Comptes rendus des travaux de spécialité parus en Roumanie.

Les auteurs sont priés d'envoyer leurs articles, notes et comptes rendus dactylographiés à double intervalle (31 lignes par page), en quatre exemplaires.

Les tableaux et l'explication des figures seront dactylographiés sur pages séparées et les diagrammes exécutés à l'encre de Chine noire, sur du papier calque.

Les tableaux et les illustrations seront numérotés avec des chiffres arabes. La répétition des mêmes données dans le texte, les tableaux et les graphiques sera évitée. Les références bibliographiques citées par ordre alphabétique des auteurs comporteront le nom de l'auteur, l'initiale, le titre de la revue, abrégé conformément aux usances internationales, l'année, le tome, le numéro, la page. Les travaux seront accompagnés d'un court résumé, de maximum 10 lignes. Les textes des travaux ne doivent pas dépasser 15 pages dactylographiées (y compris les tableaux, la bibliographie et l'explication des figures).

Les auteurs ont droit à 50 tirés à part gratuits.

La responsabilité concernant le contenu des articles revient exclusivement aux auteurs.

La correspondance relative aux manuscrits, à l'échange de publications, etc. sera adressée au Comité de rédaction, 296, Splaiul Independenței, Bucarest.

PRINTED IN ROMANIA

