

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN ZUSAMMENHANG ZWISCHEN DER WIRKUNG DES WELLENSCHLAGES UND DER ZUSAMMEN- SETZUNG DER BIOZÖNOSE.

Eine ökologisch-biozoologische Studie an den Bacillariophyten
des Balatons.

Von GÁBOR SZEMES, Budapest.

(Aus der Botanischen Sektion des Ungarischen Naturhistorischen
Museums und dem Ungarischen Biologischen Forschungsinstitut
zu Tihany.

Mit 13 Textabbildungen, 6 Photoaufnahmen auf Tafeln V—VI.
und 4 Tabellen.

(Eingegangen am 15. Dezember 1947).

EINLEITUNG.

Der individuelle Charakter des Balatons wird in seinen Hauptzügen durch den Wind bestimmt (ENTZ-SEBESTYÉN, 1940. p. 131—135). Zur Zeit sind wir noch weit davon entfernt, die biologischen Folgen der Windwirkung zahlenmässig ausdrücken zu können. Im Laufe dieser Untersuchungen hatte ich versucht, festzustellen, inwiefern die Verbreitung der Bacillariophyten-Arten und der Aufbau der Assoziationen durch die Windwirkung beeinflusst werden. Ich ging dabei derart vor, dass ich Proben vom „Aufwuchs“ (RUTTNER) bzw. „Periphyton“ (BEHNING) der dem Wellenschlag in verschiedenem Masse ausgesetzten Stellen des litoralen Gürtels sammelte und die Individuen der dort gefundenen Bacillariophyten-Arten zählte, um ihre sog. relative Häufigkeit feststellen zu können. Die Stärke des Wellenschlages wurde nur durch Beobachtung und Schätzung festgestellt, wobei die topographische Lage und die Richtung des Hauptwindes des betreffenden Sammelplatzes in Rücksicht genommen wurden.

Die wellenerzeugende Wirkung des vorherrschenden Nordwindes kommt am südlichen Ufer des Balatons am stärksten zur Geltung. Das südliche Ufer ist in seiner ganzen Ausdehnung ein „Brandungsufer“.

Der Hafen von Siófok eignet sich vorzüglich zum Studium der aufgeworfenen Frage. Die senkrecht zur Uferlinie stehenden Molos reichen tief ins offene Wasser hinein und ihre vom Ufer verschieden entfernten Abschnitte und ihre verschieden gerichteten Biegungen sind dem Wellenschlag in verschiedenem Masse ausgesetzt. Die einzelnen Stellen der übrigen Uferbauten sind dagegen in verschiedenem Masse geschützt. Wir können daher zur selben Zeit nahe nebeneinander, an sehr exponierten Spitzen des Molos, an stark, gemässigt und schwach wellenbewegten, sowie wellenfremen Stellen sammeln. Die beiliegende topographische Zeichnung (A b b. 1) gibt über die Lage der einzelnen

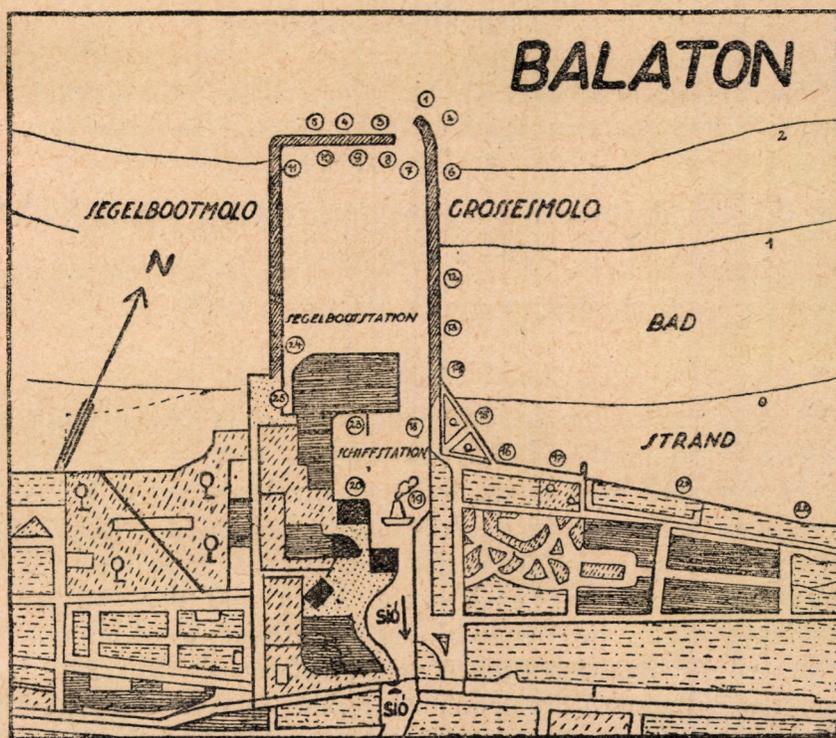


Abb. 1. Grundriss des Hafens von Siófok mit den Sammelplätzen 1—25.

Sammelplätze Auskunft. Die Sammelplätze (1—25) wurden derart bezeichnet, dass sie je nach der Wirkung des Wellenschlages 5 Typen (A B C D E) mit je 5 Sammelplätzen vertreten. Dieselben sind:

- A. Dem Wellenschlag in besonders hohem Masse ausgesetzte Stellen: die Spitze des grossen Molos (1, 2); äussere Seite des Endflügels des Segelbootmolos (3—5).

- B. Dem Wellenschlag stark ausgesetzte Stellen: das Knie des grossen Molos (6, 7); innere Seite des Flügels des Segelbootmolos (8—10).
- C. Dem Wellenschlag gemässigt ausgesetzte Stellen: Knie des Segelbootmolos (11); untere Hälfte des grossen Molos (12—15).
- D. Dem Wellenschlag schwach ausgesetzte Stellen: Biegungen des Badestrandes (16, 17); Betonmauer der Schiffstation (18—20).
- E. Wellenfreie Stellen: Ufer des Badeortes (21, 22); Landungsstelle für Motorboote (23); der innere, untere Teil des Segelbootmolos (24, 25).

Die Proben des Untersuchungsmaterials stammen von der oberen Schicht des Eulitorals (NAUMANN, 1931: 147). Sammelzeit September 1942.

An der Oberfläche der Uferbauten (Steinblöcke, Betonmauern) ist die Erscheinung des Periphytons verschieden. An exponierten Molospitzen (1, 3, 6, 9) finden wir einen dichten *Cladophora*-Rasen (ENTZ-SEBESTYÉN, 1940: 50—51; MIHÁLYI, 1935—36: 242). *Cladophora* erfordert gute Beleuchtung und hohen Sauerstoffgehalt (WAERN, 1939: 49; KANN, 1940: 207). Sie hat viele Epiphyten (CHOLNOKY, 1927; STILLER, 1932, 1941; SAUER, 1937; MEUCHE, 1939; WEHRLE, 1942). An mehreren, hauptsächlich wellenbewegten Stellen (2, 4, 5, 9, 15) ist ein flockiger Aufwuchs ausgebildet (CHOLNOKY, 1929, MESCHKAT, 1933, 1934, 1934/b, 1935/36), welcher zum grössten Teil aus Bacillariophyten besteht. Besonders an mehreren Punkten des gemässigten Wellenschlages wächst ein kompakter, rindenförmiger Überzug (10—15). In diesem Bewuchs kommen Fäden von *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Lyngbya*, und *Plectonema* massenhaft vor. An geschützten Orten ist das Substrat gewöhnlich mit lockeren Büscheln bedeckt (17—20). Darin sind Fäden von *Cladophora*, *Oedogonium*, *Spirogyra* und verschiedenen *Cynophyceen* häufiger. In diesem Fadengewirr leben zahlreiche pelagische Organismen: *Pediastrum*, *Oocystis*, *Richteriella*, *Coelastrum*, *Merismopedia*, *Closterium* und *Scenedesmus*-Arten. Auch pelagische und schlammbewohnende Kieselalgen kommen in diesen Büscheln vor.

Auf den an das offene Wasser unmittelbar angrenzenden, aber trotzdem schon geschützten Uferstreifen (21, 22) sind an manchen Stellen Driften ausgebildet, welche zum grössten Teil aus feinkörnigen, zerriebenen Pflanzenteilen bestehen, zwischen welchen Kieselalgen in grosser Menge leben. An der Wasserorberfläche vollkommen wellen-

freier Stellen (23—25), besonders in vollkommen geschützten Winkeln des Hafens, schwimmen an Bacillariophyten sehr reiche Schlammflocken. Diese Flocken enthalten sowohl typische pelagische als auch epiphytische Kieselalgen.

Die Proben bestehen zum grössten Teil aus Bacillariophyten.

METHODE.

Einen Teil der Probe hatte ich im lebenden Zustand durchgesehen, um die sessile Lebensweise der Epiphyten sichernden Gallertsohlen, -Schläuche und -Pölster studieren zu können. Die bereits im lebenden Zustand durchgesehenen Proben wurden mit H_2SO_4 mazeriert und mit KNO_3 gereinigt. Nach mehrmaligem Zentrifugieren und Auswaschen mit Wasser wurde das neutrale Material gleichförmig aufgeschüttelt, nach der KOLBE-WISLOUCHSchen Methode in Piperin — Cumaron gebracht und mikroskopische Dauerpräparate hergestellt. Bestimmt wurde nach FR. HUSTEDT (1930, 1938). Bei der quantitativen Aufarbeitung hielt ich mich an die Methode von THOMASSON (1925) und CHOLNOKY (1929, 1931, 1933) mit dem Unterschied, dass ich bei der Feststellung der relativen Häufigkeit der einzelnen Arten bis 400 zählte.

Zur Abgrenzung der euoxibionten und mesooxibionten Arten hatte ich Züchtungsversuche eingestellt. Der Sauerstoffgehalt des Wassers wurde mit den KOLKWITZ-TÖDTschen Elektroden gemessen.

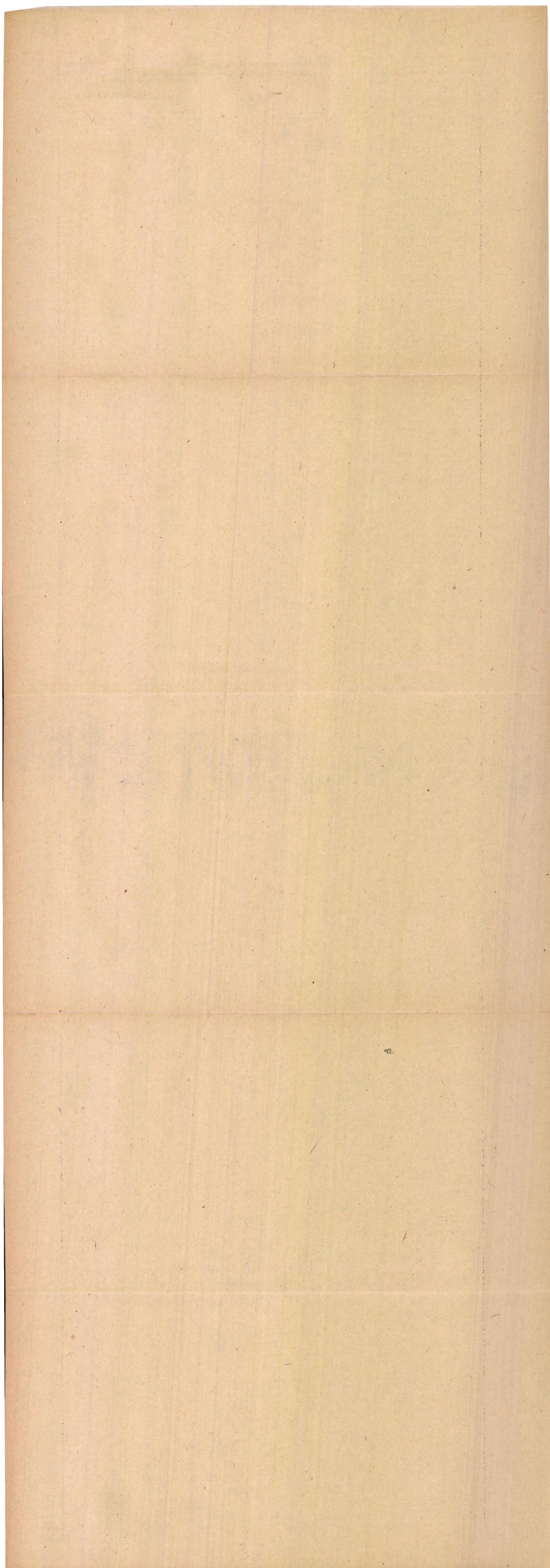
Für die Unterstützung meiner Arbeit spreche ich den Herren Professoren P. GREGUSS (Szeged), K. HÖFLER (Wien), N. GIMESI (Budapest) und L. VARGA (Sopron) meinen besten Dank aus.

ALLGEMEINES ÜBER DIE KISELALGEN DES PERIPHYTONS IM HAFEN VON SIÓFOK.

Gelegentlich, meiner Untersuchungen kamen in Siófok 174 Bacillariophyten-Arten bzw. Varietäten zum Vorschein (Tab. I.). Die meisten Arten sind Mitglieder des Benthos, doch befinden sich darunter natürlich auch in andere Lebensräume gehörige Kieselalgen. Der ständige Wellengang des Balatons wirbelt zahlreiche Mitglieder des Planktons ans Ufer: *Cyclotella Kützingiana*, *C. Meneghiniana*, *C. ocellata*, *Melosira granulata*, *M. granulata* var. *angustissima*, *M. varians*, *Stephanodiscus astraea*, *St. astraea* var. *minutula* u. s. w. Aus dem Bodenschlamm des Sees und teils aus dem Plankton bereichern

TABELLE I.
Kieselalgen des Periphytons im Hafen von Siófok.

A r t e n	Stärke des Wellenschlages																								
	sehr stark					stark					gemässigt					schwach					wellenfrei				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Achnantes affinis GRUN. — Clevei GRUN. — minutissima KÜTZ. — minutissima var. cryptocephala GRUN. — lanceolata BRÉB.										+															
Amphipleura pellucida KÜTZ. Amphora ovalis KÜTZ. — ovalis var. libyca (EHR.) CLEVE — ovalis var. pediculus KÜTZ. — perpusilla GRUN.																									
— veneta (KÜTZ.) Anomoeoneis sphaerophora (KÜTZ.) PFFITZ. Caloneis bacillum (GRUN.) MERESCHK. — latiuscula (KÜTZ.) CLEVE — latiuscula var. subholstei HUST.																									
— silicula var. truncatula GRUN. — Schumanniana (GRUN.) CLEVE — Schumanniana var. biconstricta GRUN. Cocconeis diminuta PANT. — pediculus EHR.																									
— placentula (EHR.) — placentula var. euglypta (EHR.) CLEVE — placentula var. klinoraphis GEITLER Cyclotella bodanica EULENST. — Kützingiana THWAITES																									
— Kützingiana var. planetophora FRICKE — Meneghiniana KÜTZ. — ocellata PANT. Cymatopleura angulata GREVILLE — elliptica (BRÉB.) W. SMITH																									
— elliptica var. hibernica (W. SMITH) HUST. — elliptica var. nobilis HANTZSCH. — solea (BRÉB.) W. SMITH — solea var. regula (EHR.) GRUN. Cymbella affinis KÜTZ.																									
— aspera (EHR.) CLEVE — cuspidata KÜTZ. — cymbiformis (AGARDH?) V. HEURCK — cistula (HEMPRICH) GRUN. — Ehrenbergii KÜTZ.																									
— helvetica KÜTZ. — helvetica var. balatonis (GRUN.) CLEVE — lacustris (AGARDH) CLEVE — lanceolata (EHR.) V. HEURCK — lata GRUN.																									
— microcephala GRUN. — parva (W. SMITH) CLEVE — prostata (BERKELEY) CLEVE — tumidula GRUN. — ventricosa KÜTZ.																									
Diatoma vulgare BORY — vulgare var. linearis GRUN. — vulgare var. producta GRUN. Diploneis elliptica (KÜTZ.) CLEVE — dombliensis var. subconstricta CLEVE																									
— oculata (BREISSON) CLEVE — ovalis (HILSE) CLEVE — puella (SCHUM.) CLEVE Epithemia sorex KÜTZ. — sorex var. gracilis HUST.																									
— turgida (EHR.) KÜTZ. — turgida var. granulata (EHR.) GRUN. — zebra (EHR.) KÜTZ. — zebra var. porcellus (KÜTZ.) GRUN. — zebra var. saxonica (KÜTZ.) GRUN.																									
Eunotia lunaris (EHR.) GRUN. Fragilaria brevistriata GRUN. — brevistriata var. inflata (PANT.) HUST. — brevistriata var. trigibba (PANT.) HUST. — capucina DESM.																									
— capucina var. lanceolata GRUN. — construens (EHR.) GRUN. — crotonensis (EHR.) GRUN. — Harrisonii W. SMITH — Harrisonii var. dubia GRUN.																									
— intermedia GRUN. — pinnata EHRENB. — pinnata var. lancettula (SCHUMANN) HUST. — virescens RALFS — virescens var. elliptica HUST.																									
Frustulia vulgaris THWAITES Gomphonema acuminatum EHR. — acuminatum var. coronata (EHR.) W. SMITH — angustatum (KÜTZ.) RABENH. — angustatum var. producta GRUN.																									
— augur EHR. — constrictum EHR. — constrictum var. capitata (EHR.) CLEVE — olivaceum (LYNGB.) KÜTZ. — olivaceum var. calcarea CLEVE																									
Gomphonema parvulum KÜTZ. — parvulum var. micropus (KÜTZ.) CLEVE Gyrosigma acuminatum (KÜTZ.) RABH. — attenuatum (KÜTZ.) — distortum (W. SMITH) CLEVE																									
— distortum var. Parkeri HARRISON — Kützingii (GRUN.) CLEVE — scalproides (RABENH.) CLEVE Mastoglia Smithii (THWAITES) — Smithii var. amphicephala GRUN.																									
— Smithii var. lacustris GRUN. Melosira granulata (EHR.) RALFS — granulata var. angustissima MÜLL. — varians C. A. AG. Navicula anglica RALFS																									
— bacillum EHR. — cocconeiformis GREGORY — costulata GRUN. — cryptocephala KÜTZ. — cuspidata var. ambigua (EHR.) CLEVE																									
— dicephala (EHR.) W. SMITH — gastrum EHRENB. — gracilis EHR. — hungarica GRUN. — hungarica var. capitata (EHR.) CLEVE																									
— laterostrata HUSTEDT — microcephala GRUN. — minuscula GRUN. — minima GRUN. — pelliculosa (BRÉB.) HILSE																									
— placentula EHR. — placentula (EHR.) GRUN. — placentula fo. lanceolata GRUN. — placentula fo. rostrata A. MAYER — platysoma EHR.																									
— pupula KÜTZ. — pupula var. elliptica HUST. — pupula var. pseudopupula (KRASSKE) HUST. — pupula var. rectangularis (GREG.) HUST. — radiosa KÜTZ.																									
— scutelloides W. SMITH — pseudocutiformis HUSTEDT — tuscula (EHR.) GRUN. Neidium dubium (EHR.) CLEVE — iris fo. vernalis REICHEL																									
Nitzschia angustata (W. SMITH) GRUN. — angustata var. acuta GRUN. — dissipata (KÜTZ.) GRUN. — filiformis (W. SMITH) HUST. — frustulum KÜTZ.																									
— frustulum var. perpusilla (RABENH.) GRUN. — hungarica GRUN. — Kützingiana HILSE — microcephala GRUN. — linearis W. SMITH																									
— palea (KÜTZ.) W. SMITH — recta HANTZSCH. — sigmoidea (EHR.) W. SMITH — sublinearis HUST. — tryblionella HANTZSCH.																									
— tryblionella var. debilis (ARNOTT) A. MAYER — tryblionella var. victoriae GRUN. Pinnularia borealis EHRENB. — microstauron (EHR.) CLEVE — microstauron var. Bréissonii (KÜTZ.) HUST.																									
— subsolaris (GRUN.) CLEVE Rhoicosphenia curvata (KÜTZ.) GRUN. Rhopalodia gibba (EHR.) O. MÜLL. — gibba var. ventricosa (EHR.) GRUN. — parallela (GRUN.) O. MÜLL.																									
Stauroneis Smithii GRUN. — Smithii var. incisa PANTOCSEK Stephanodiscus astraea (EHR.) GRUN. — astraea var. minutula (KÜTZ.) GRUN. Sunirella biseriata BRÉISSON																									
— biseriata var. bifrons (EHR.) HUST. — tenera var. nervosa MAYER — turgida W. SMITH Synedra acus KÜTZ. — acus var. radians (KÜTZ.) HUST.																									
— capitata EHR. — ulna (NITZSCH.) EHR. — ulna var. oxyrhynchus (KÜTZ.) Tabellaria fenestrata (LYNGB.) KÜTZ.																									



die nachstehend angeführten pelagialen Mitglieder die Mikrovegetation des Ufers: *Cymatopleura elliptica*, *C. solea* var. *regula*, *C. angulata*, *Surirella biseriata*, *S. tenera* var. *nervosa*, *S. turgida*, *Gyrosigma acuminatum*, *G. attenuatum*, *G. distortum*, *G. scalproides* u. s. w. Aus den Röhrlichen gelangen in erster Linie die Mitglieder der Gattung *Epithemia* in den Hafen (CHOLNOKY, 1929).

Die kennzeichnendsten Bacillariophyten des Periphytons im Hafen von Siófok sind:

- Achnanthes minutissima* GRUN.
- A. min.* var. *cryptocephala* GRUN.
- Amphipleura pellucida* KÜTZ.
- Amphora ovalis* KÜTZ.
- A. ovalis* var. *pediculus* KÜTZ.
- A. perpusilla* GRUN.
- Cocconeis placentula* (EHR.)
- C. pediculus* EHR.
- Cyclotella ocellata* PANT.
- Cymbella affinis* KÜTZ.
- C. helvetica* KÜTZ.
- C. lacustris* (AGARDH) CLEVE
- C. parva* (W. SMITH) CLEVE
- C. prostata* (BERKELEY) CLEVE
- C. tumidula* GRUN.
- C. ventricosa* KÜTZ.
- Diatoma vulgare* var. *producta* GRUN.
- Diploneis elliptica* (KÜTZ.) CLEVE
- Epithemia sorex* KÜTZ.
- Epithemia sorex* var. *gracilis* HUST.
- E. turgida* var. *granulata* (EHR.) GRUN.
- E. zebra* (EHR.) KÜTZ.
- E. zebra* var. *porcellus* (KÜTZ.) GRUN.
- Fragilaria brevistriata* GRUN.
- F. brevistriata* var. *inflata* (PANT.) HUST.
- F. brev.* var. *trigibba* (PANT.) HUST.
- F. construens* (EHR.) GRUN.
- F. intermedia* GRUN.
- F. pinnata* EHRENB.
- Gyrosigma acuminatum* (KÜTZ.) RABENH.
- G. attenuatum* (KÜTZ.) RABENH.

- Mastoglia Smithii* var. *amphicephala* GRUN.
M. Smithii var. *lacustris* GRUN.
Navicula cryptocephala KÜTZ.
N. gracilis EHRENB.
Nitzschia dissipata (KÜTZ.) GRUN.
Rhoicosphenia curvata (KÜTZ.) GRUN.
Rhopalodia gibba var. *ventricosa* (EHR.) GRUN.

Die aufgezählten 38 Arten bilden $\frac{4}{5}$ der gezählten Kieselalgen-individuen, man könnte also sagen, die Hauptmasse des Periphytons. *Cyclotella ocellata* ist zwar ein typisches Mitglied des Planktons, nimmt aber an der Bevölkerung der Uferzone fast überall teil.

Die im Laufe dieser Untersuchungen gefundenen Arten werden vom floristischen Standpunkt in einer anderen Arbeit zusammengefasst (SZEMES, 1948).

HAUFIGKEIT DES VORKOMMENS VON BACILLARIOPHYTEN
 AN STANDORTSTYPEN MIT VERSCHIEDEN STARKEM WEL-
 LENSCHLAG (TYP A B C D E) IN PERZENTUELLEN WERTZIF-
 FERN DER INDIVIDUENZAHL AUSGEDRÜCKT.

A. Standorte mit sehr starkem Wellenschlag. (Abb. 2; Tab. IV. A;
 Taf. V. Abb. A.)

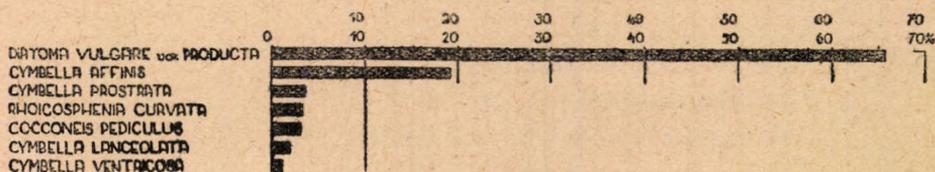


Abb. 2. Die Kieselalgen der sehr stark wellenbewegten Standorte (Typ A).

Die Leitform ist hier *Diatoma vulgare* var. *producta* mit 66 v. H. Ihre Begleitform *Cymbella affinis* mit 17.8 v. H. Die Assoziation wird durch die erstere Art charakterisiert. Eine häufigere Art ist noch *Cymbella prostrata* mit 3.6 v. H. Dies ist zwar ein verhältnismässig geringer Wert, aber die Art gehört trotzdem zum Charakter der hiesigen Assoziationen. Andere wichtigere Arten sind: *Rhoicosphenia curvata* mit 3.6, *Cocconeis pediculus* mit 3.4, *Cymbella lanceolata* mit 2 und *C. ventricosa* mit 1 v. H. Die durchschnittliche Zahl der Arten beträgt 20. Hievon bildeten 7 Arten 96.6 v. H. der Assoziationen. (Tab. II.)

TABELLE. II.

Zusammenhang zwischen der Stärke des Wellenschlages und der Artenzahl.

Standortstyp	Durchschnittliche Zahl der an den zum Typ gehörenden 5 Fundorten gesammelten Arten	Die mit mehr als 1 %-iger Häufigkeit vorkommenden Arten im Durchschnitt	Ihre Menge im Prozentsatz der Individuenzahl
A	20	7	96.6
B	28	11	98.0
C	36	18	91.6
D	37	21	95.2
E	58	26	77.9

B. Standorte mit starkem Wellenschlag (Abb. 3a; Taf. IV. B; Taf. V. Abb. B).

Diatoma vulgare var. *producta* behält noch ihre leitende Rolle, doch beträgt sie, wie aus der Zeichnung hervorgeht, im Durchschnitt nurmehr 25.4 v. H. Ihre Begleitform ist *Cymbella affinis* mit 22.4 v. H. Diese Art besitzt also hier bereits einen mehr leitenden Charakter.

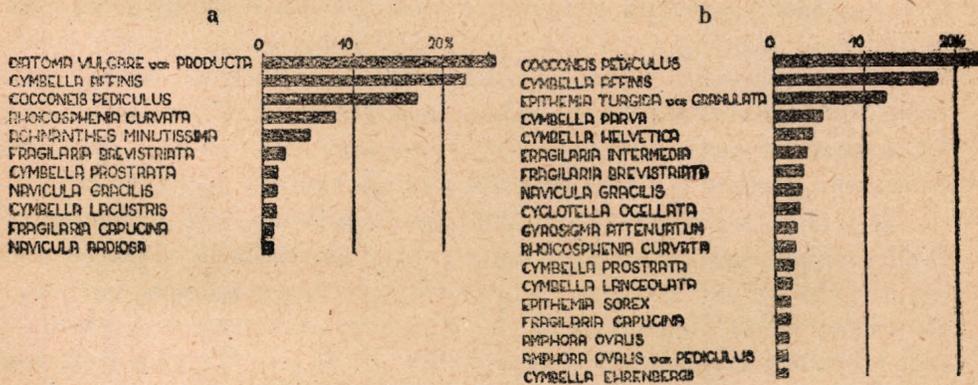


Abb. 3. a b Kieselalgen der stark (a) und gemässigt (b) wellenbewegten Standorte (Typen B bzw. C).

Mit grösseren Prozentsatz kommen noch vor: *Cocconeis pediculus* mit 17.1, *Rhoicosphenia curvata* mit 8, *Achnanthes minutissima* mit 5.4 v. H. von geringerer Bedeutung sind: *Fragilaria brevistriata* mit 2.4, *Cymbella prostrata* mit 1.8, *Navicula gracilis* mit 1.6, *Cymbella lacustris* mit 1.5, *Fragilaria capucina* und *Navicula radiosa* mit je 1.2

v. H. Mittelwert. Die durchschnittliche Zahl der Arten beträgt 28. Hievon ergaben 11 Arten 98 v. H. (T a b. II.) Den Rest von 2 v. H. bilden 17 nicht näher untersuchten Arten. Der Artenreichtum ist also um 8 höher als am vorherigen Standortstyp.

C. *Standorte mit gemässigtem Wellenschlag* (A b b. 3 b; T a b. IV. C; T a f. V. A b b. C).

Bei der graphischen Darstellung der zahlenmässigen Daten sind die mit mehr als 1 v. H. vertretenen Arten aufgenommen. Das Graphikon zeigt keine grösseren Vorsprünge. *Diatoma vulgare* var. *producta* kommt in perzentuell schon nicht mehr ausdrückbaren Mengen vor. Ausgesprochen vorherrschende Arten sind: *Cocconeis pediculus* mit 22.6 und *Cymbella affinis* mit 19 v. H. Diese beiden Leitformen bilden fast die Hälfte der Individuen dieser Assoziation. Von Bedeutung ist noch *Epithemia turgida* var. *granulata* mit einer Häufigkeit von 11.4 v. H.

Die übrigen Arten spielen eine fast unbedeutende Rolle. Unter den übrigen untersuchten 15 Arten gibt es keine einzige, welche eine 6 prozentige Häufigkeit erreichen würde. *Cymbella parva* erreicht 5.4, *C. helvetica* 4.2, *Fragilaria intermedia* 3.6 und *Fr. bervoistriata* 3.2 v. H. Der Plankter *Cyclotella ocellata* ist hier ebenfalls aufzufinden. Sie besitzt eine Häufigkeit von 2.8 v. H. Die meist schlammbewohnende *Gyrosigma attenuatum* erreicht 2.4 v. H. Die übrigen Arten sind: *Rhoicosphenia curvata* 2.2, *Cymbella prostata* mit 2, *C. lanceolata* mit 1.8, *Epithemia sorex* und *Fragilaria capucina* mit je 1.6 und *Amphora ovalis* var. *pediculus* und *Cymbella Ehrenbergii* mit je 1.2 v. H.

Die Durchschnittszahl der Arten an Standorten mit gemässigtem Wellenschlag beträgt 36, also um 16 mehr als bei sehr starkem und um 8 mehr als bei starkem Wellenschlag. 18 Arten nahmen mit mehr als 1 prozentiger Häufigkeit an der Zusammensetzung der Assoziation teil. Dieselben ergeben gemeinsam 91.6 v. H. (T a b. II.) Den Rest von 8.4 v. H. der Individuen dieser Assoziationen bilden 28 verschiedene Bacillariophyten-Arten. Die nur vereinzelt vorkommenden Arten beginnen ebenfalls an Bedeutung zuzunehmen.

D. *Standorte mit schwachem Wellenschlag* (A b b. 4a; T a b. IV. D; T a f. VI. A b b. D.).

Im Vergleich zur graphischen Darstellung der Fundorte mit gemässigtem Wellenschlag (A b b. 3b) zeigt das Durchschnittsgraphikon

der schwach wellenbewegten Standorte keinen grossen Unterschied. Zwischen den Fundorten mit sehr starkem und starkem Wellenschlag war der Unterschied bezüglich der Artenzahl und der Dominanz der Leitformen bedeutend grösser.

Die Leitformen sind *Cymbella affinis* mit 17.6 v. H. und *Rhopalodia gibba* var. *ventricosa* mit 16 v. H. Diese beiden Leitformen spielen keine ausschlaggebende Rolle im Aufbau der Assoziation. Ihre Zahl beträgt zusammen nur 34 v. H. *Rh. gibba* var. *ventricosa* ist durch etwas weniger Individuen vertreten als *Cymbella affinis*, aber der Charakter der Assoziation wird infolge ihrer grösseren Form eher von ihr bestimmt. Von Bedeutung ist noch *Cocconeis pediculus* mit einer Häufigkeit von 11.6 v. H. Erwähnenswert ist *Achnanthes minutissima* mit 9.6 v. H. Ihre Bedeutung wird aber durch die Kleinheit der Individuen auf das unbedeutendste herabgemindert.

Unsere graphische Darstellung veranschaulicht das Vorkommen vieler Arten, welche nicht einmal 5 v. H. der Häufigkeit erreichen. Solche sind: *Fragilaria intermedia* mit 4.6, *Cyclotella ocellata* mit 3.8, *Cymbella lanceolata* mit 3.6 und *C. parva* mit 3 v. H.

Noch häufiger sind die Arten mit weniger als 3 v. H.: *Fragilaria brevistriata* mit 2.6 *Cymbella tumidula* mit 2.4, *Mastoglia Smithii* var. *amphicephala* und *Synedra acus* mit je 2.2 sowie *Cymbella helvetica* und *Epithemia sorex* mit je 2 v. H.

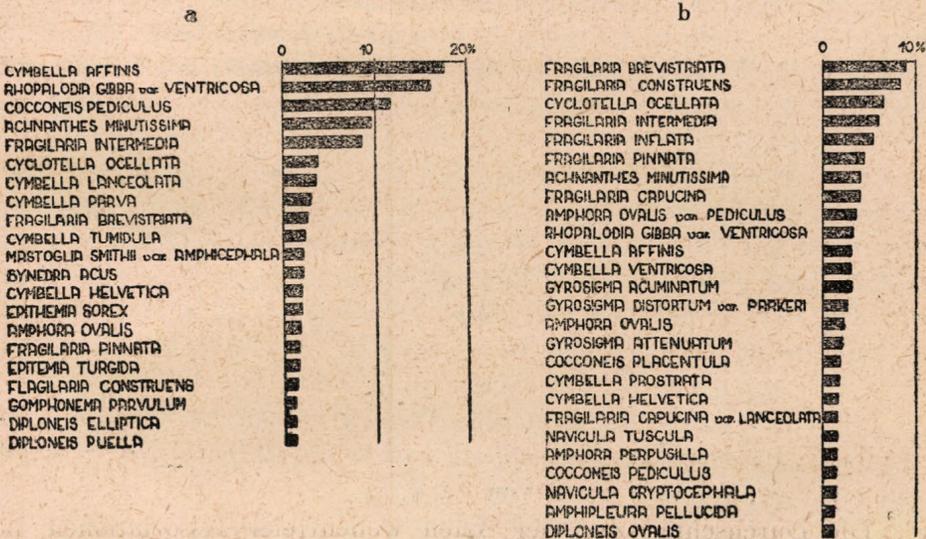


Abb. 4. a b. Die Kieselalgen der schwach wellenbewegten (a) und wellenfreien (b) Standorte (Typen D bzw. E).

Die graphische Darstellung enthält mehrere Arten mit weniger als 2 v. H. der Häufigkeit; *Amphora ovalis* mit 1.8, *Fragilaria pinnata* und *Epithemia turgida* mit je 1.6 und *Gomphonema parvulum*, *Diploneis elliptica* sowie *D. puella* mit je 1.2 v. H.

Die Durchschnittszahl der Arten an schwach wellenbewegten Standorten beträgt 37. Hievon bilden die mit mehr als 1 v. H. vorkommenden Arten 21. Dieselben bilden 93.2 v. H. der Individuen dieser Assoziationen. (T a b. II.) Der Rest von 6.2 v. H. wird von 10 Arten gebildet.

E. *Wellenfreie Standorte* (A b b. 4b; T a b. IV. E; T a f VI. A b b. E).

Sehr lehrreich ist hier die Zunahme der Zahl der quantitativ analysierten Arten (> 1 v. H.) sowie die Verminderung des Prozentsatzes der Leitformen.

Mit mehr als 10 v. H. nimmt hier keine einzige Art am Aufbau der Assoziation teil. Von derart vorherrschenden Leitformen, wie sie an Standorten mit stärkerem Wellenschlag vorkamen, ist hier keine Rede. Interessant ist jedoch die Lage bezüglich der verschiedenen Gattungen. Die *Fragilaria*-Arten beherrschen wellenfreie Gebiete. *Fragilaria brevistriata* mit 9 v. H. und *Fr. construens* mit 8.4 v. H. könnten als Leitformen betrachtet werden, doch bilden sie gemeinsam weniger als 1/6 der Individuen der Assoziation. Die aus dem Plankton hingewirbelten *Cyclotella ocellata* und *Fragilaria intermedia* besitzen eine Häufigkeit von 6 v. H. Weitere häufigere Arten sind *Fr. inflata* mit 5.4, *Fr. pinnata* mit 4.4, sowie *Fr. capucina* und *Achnanthes minutissima* mit ebenfalls 4 v. H.

Eine Häufigkeit von weniger als 4 v. H. zeigen in diesen Assoziationen: *Amphora ovalis* var. *pediculus* mit 3.6, *Rhopalodia gibba* var. *ventricosa* mit 3.2, *Cymbella affinis*, *C. ventricosa* und *Gyrosigma acuminatum* mit je 3 v. H. Noch kleinere Werte zeigen: *Gyrosigma distortum* var. *Parkeri* mit 2.6 v. H., *Amphora ovalis* mit 2.2 v. H. *Gyrosigma attenuatum* mit 2, *Cocconeis pediculus* mit 1.8, *Navicula tuscula* und *Fragilaria capucina* var. *lanceolata* mit je 1.5 v. H.

Amphora perpusilla zeigt eine Wertziffer von 1.4, *Cocconeis pediculus* und *Navicula cryptocephala* von je 1.3, *Amphipleura pellucida* von 1.2 und *Diploneis ovalis* von 1.1 v. H.

Die Durchschnittszahl der Arten wellenfreier Assoziationen beträgt 58, also um 21 Arten mehr als an Standorten mit schwachem Wellenschlag, um 22 mehr als bei gemässigtem Wellenschlag, um 30

mehr als bei starkem und um 38 mehr als an Fundorten mit dem stärksten Wellenschlag. (T a b. II.).

Aus dem Vorhergesagten geht hervor, dass parallel mit der Verminderung des Wellenschlages auch die mit prozentiger Häufigkeit gekennzeichneten Arten abnehmen.

Die häufigsten Kieselalgen des Periphytons.

Die auf Grund der gesamten Daten vorgenommenen Durchschnittsberechnungen sämtlicher Fundorte (1—25) zeigen (A b b. 5), dass die häufigste und in grösster Menge vorkommende Art des Periphytons bei Siófok *Cymbella affinis* mit einer Häufigkeit von 15.92 v. H. ist.

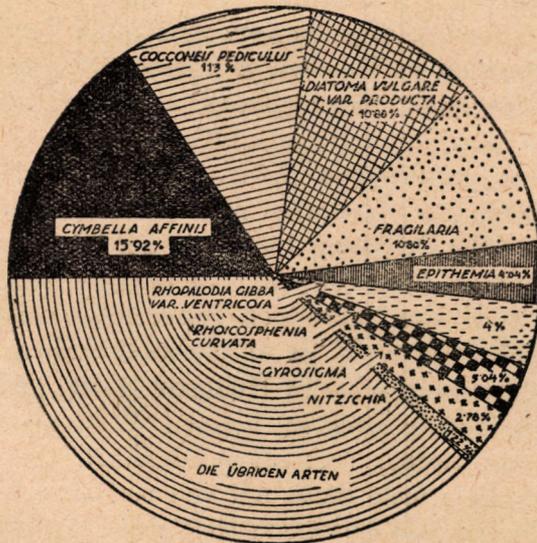


Abb. 5. Die häufigsten Kieselalgen des Periphytons auf Grund des Durchschnitts der gesamten Sammelplätze 1—25.

Diatoma vulgare var. *producta* nimmt mit 10.88 v. H. bloss den dritten Platz ein, obwohl sie die kennzeichnendste Kieselalge unseres Sees ist. Die aufgezählten drei Kieselalgen ergeben mehr als 40 v. H. der Individuen der Uferassoziationen. Hierauf folgen die *Fragilaria*-Arten mit 10.80 v. H. und die *Epithemia*-Arten mit insgesamt 4.04 v. H. Hier zeigt sich also bereits eine starke Verminderung. Weitere Arten sind: *Rhopalodia gibba* var. *ventricosa* mit 4, *Rhoicosphenia curvata* 3.04, *Gyrosigma acimunatum* und *attenuatum* mit 2.78 und die *Nitzschia*-Arten zusammen mit 1.22, insgesamt also 64.18 v. H. Die Daten zeigen,

dass das Periphyton kennzeichnende, in grosser Menge auftretende, die Zusammensetzung der Assoziation deutlich charakterisierende Arten besitzt.

ZUSAMMENHANG ZWISCHEN DER VERBREITUNG UND HÄUFIGKEIT DER EINZELNEN ARTEN SOWIE DER WIRKUNG DES WELLENSCHLAGES.

In der Tabelle I ist das Vorkommen der gefundenen 174 Arten an 25 Fundorten ersichtlich. Ausserdem wird darin die Häufigkeit der in den 1—25 Proben enthaltenen Arten mit den Fundortstypen bzw. mit der Stärke des Wellenschlages verglichen. Auf diese Weise erhalten wir ein Bild, inwiefern die Verbreitung der Arten bzw. ihre relative Häufigkeit durch den Wellenschlag beeinflusst wird. Letzterer Vergleich wurde an 26 am häufigsten vorkommenden Arten durchgeführt. Die Ergebnisse wurden in Tabellen zusammengefasst und ausserdem auch graphisch dargestellt. Nachstehend sind die kennzeichnendsten Arten angeführt.

1. *Achnanthes minutissima* KÜTZ. fehlt an sehr stark wellenbewegten Fundorten. An Standorten mit starkem Wellenschlag kommt sie sporadisch vor. Ihr Optimum findet sie an steinigen schwach wellenbewegten Regionen. An solchen Stellen bildet diese Art mitunter 46 v. H. der Individuen dieser Assoziationen. In wellenfreien, stillen Winkeln erreicht sie an ein-zwei Stellen 10 v. H.

Über ihre Verbreitung schreibt HUSTEDT (1930 : 198): „Sehr gemein im ganzen Gebiet, häufig auch in kleinen Wasseransammlungen, in Brunnenrögen, Abflüssen, oft massenhaft.“

Aus dem Balaton wurde diese Art von mehreren Stellen gemeldet. Nach den Mitteilungen von ISTVÁNFFI (1897 : 84), PANTOCSEK (1902 : 81), CHOLNOKY (1929 : 304), SZEMES (1939 : 304) wurde sie bei Balatonfüred, Siófok, Szántód-Tihanyer Enge, Boglár, Fonyód, Keszthely, Györök und Akali gefunden.

2. *Amphora ovalis* KÜTZ. fehlt an den sehr exponierten Spitzen des Molos. An mehreren Punkten der stark wellenbewegten Stellen ist diese Art sporadisch, an Standorten mit gemässigtem und schwachem Wellenschlag erreicht sie oft 4—5 v. H., in der wellenfreien Zone sogar 9 v. H. Sie bevorzugt also schwach wellenbewegte und wellenfreie Orte.

Nach HUSTEDT ist diese Art im allgemeinen überall verbreitet. Ihre grösseren Formen kommen hauptsächlich im Detritus des Litorals vor. Im Balaton wurde sie von ISTVÁNFFI, PANTOCSEK, CHOLNOKY,

ENTZ-KOTTÁSZ-SEBESTYÉN und SZEMES mitgeteilt, aber zufällig nur aus Tihany, Siófok und Keszthely.

3. *Amphora ovalis* var. *pediculus* KÜTZ. kommt selten an exponierten Spitzen des Molos vor. Auch an Standorten mit starkem Wellenschlag findet man nur 1—2 Exemplare. In der gemässigt oder schwach wellenbevegten Zone erreicht sie mitunter 5 v. H., an wellenfreien, stillen Sammelplätzen aber auch 6 v. H. Für ihre Verbreitung sind also wellenfreie, stille Fundorte am vorteilhaftesten.

Aus dem Balaton wurde diese Art aus Tihany, Szántód und Siófok von PANTOCSEK, CHOLNOKY und SZEMES mitgeteilt.

4. *Cocconeis pediculus* Ehr. ist eine der häufigsten und in grösster Menge vorkommenden Arten des Balatons. Ihre Verbreitung scheint auf dem ersten Blick ganz unregelmässig zu sein. Genauere Untersuchungen zeigen aber interessante Zusammenhänge zwischen dem Charakter des Fundortes und der Verbreitung von *C. pediculus*. (Abb. 6; Tab. III.) An sehr stark wellenbewegten Fundorten bildet diese Art im Durchschnitt 3.2 v. H. der Individuen der Assoziation. Mit so niedrigem perzentuellen Wert ist sie im Benthos des *Cladophora-Oedogonium*-Substrates im allgemeinen fast überall vertreten. Die

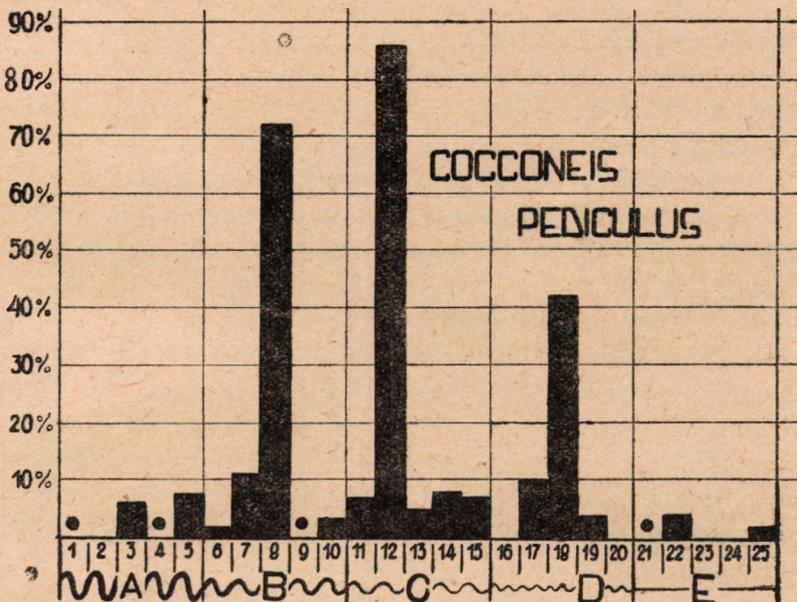


Abb. 6. Die Verbreitung von *Cocconeis pediculus* an Gebieten mit verschieden starkem Wellenschlag. (A—E Typ, 1—25 No. der Sammelplätze).

Fadenalgen sind bei sehr starkem und starkem Wellenschlag eher von *Diatoma vulgare* var. *producta* und *Cymbella affinis* befallen.

Auffallend ist auch der hohe Prozentsatz ihrer Häufigkeit an einem der stark wellenbewegten Fundorte (No. 8). Die Erklärung finden wir in äusseren Umständen. *Cocconeis pediculus* ist ein typischer Bewohner von Quellenabflüssen, Flüssen und oberen Bachabschnitten. An Fadenalgen siedelt sie sich überall dort in grosser Menge an, wo das Wasser eine stärkere Strömung zeigt. An unserem Sammelplatz, auf die innere Seite des Segelbootmolos, dringen die Wellen der am meisten exponierten Punkte noch ein (Abb. 1.), aber die Wellen laufen, nachdem sie an der inneren Wand gebrochen werden, einem Flusswasser gleich weiter. Das Substrat besteht hier aus *Cladophora*, der Prozentsatz beträgt 72. An stark wellenbewegten Fundorten tritt diese Art mit einer 17.9 prozentigen Häufigkeit auf.

An gemässigt wellenbewegten Stellen beträgt die Häufigkeit dieser Art durchschnittlich 22.6 v. H. Die beiliegende graphische Darstellung veranschaulicht deutlich ein Maximum von 86 v. H. der Häufigkeit. Dies wird durch die Lage des Fundortes No. 12 verständlich. An der äusseren Seite des grossen Molos (Abb. 1. No. 12) laufen die vom Nordwind gepeitschten Wellen einem Flusswasser gleich entlang. Das Substrat ist ein am Stein festsitzendes Geflecht von *Cladophora* und *Oedogonium*. Begleitorganismen sind: *Rhoicosphenia curvata*, *Cymbella affinis* und *Diatoma vulgare* var. *producta*. An solchen Punkten des Balatons also, wo das Wasser ausgesprochen fliesst, werden die Fadenalgen an Stelle der *Diatoma*- und *Cymbella*-Arten von *Cocconeis* in grosser Menge besiedelt. An anderen Punkten der gemässigt wellenbewegten Fundorte nimmt diese Art nur mit 5—8 v. H. an der Bildung der Assoziation teil. So viel ist aber überall zu finden.

In der schwach wellenbewegten Zone bildet sie durchschnittlich 11.4 v. H. Es gibt auch hier ein Maximum von 42 v. Dieser Ort ist die Betonmauer der Schiffstation (Abb. 1. No. 18). Die Wellenwirkung dringt hier kaum bis zur Mauer, doch ist hier, infolge der Nähe des Flusses Sió eine gewisse Strömung zu verzeichnen. Diese Wasserbewegung ist aber sehr ruhig und langsam. Gemeinsam mit dieser Art tritt auch *Achnanthes minutissima* auf, deren Individuen aber ausnehmend klein sind und der Charakter dieser Assoziation, eben aus diesem Grunde, eher von *Cocconeis pediculus* bestimmt wird. *Cymbella affinis* und *Rhoicosphenia curvata* begleiten sie nurmehr mit einem Wert von wenigen Prozenten.

TABELLE III.

Zusammenhang zwischen der Verbreitung und der perzentuellen (m %) Häufigkeit der einzelnen Arten sowie der Stärke des Wellenschlages.

A R T E N	Stärke des Wellenschlages																								
	sehr stark					stark					gemässigt					schwach					wellenfrei				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<i>Diatoma vulgare</i> var. <i>producta</i>	61	55	61	75	75	39	39	15	28	6	3	—	4	—	—	.	1	—	—	.	3
<i>Cymbella affinis</i>	32	41	8	3	5	32	12	—	60	8	5	4	19	51	15	29	39	6	7	7	.	1	6	4	3
<i>Cocconeis pediculus</i>	.	—	6	—	8	2	11	72	—	35	7	86	5	8	7	.	10	42	4	—	.	4	—	—	2
<i>Rhopalodia gibba</i> var. <i>ventricosa</i>	—	—	—	.	—	—	—	—	—	—	.	—	—	.	—	—	—	.	31	48	.	5	7	.	3
<i>Fragilaria construens</i>	2	—	.	.	—	.	.	—	—	2	.	.	—	—	2	3	—	—	4	—	16	12	4	4	6
<i>Fragilaria</i>	2	—	.	.	—	.	.	3	4	235	17	.	2	8	20	27	15	.	10	2	80	25	27	50	10

An wellenfreien, stillen Orten bildet sie durchschnittlich 1.4 v. H. Grössere Maxima sind hier nicht zu verzeichnen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Verbreitung dieser Art, besonders an Steinen festsitzendem fadigen Substrat, durch den Wellenschlag begünstigt wird, auffallende Maxima aber nur dort vorkommen, wo die gebrochenen Wellen, infolge der Lage einzelner Uferabschnitte Flusswasser gleich weiterlaufen.

5. *Cymbella affinis* Kütz. ist die häufigste und in grösster Menge vorkommende Art des Balatons. Ihre Ökologie wurde von CHOLNOKY (1929 : 322) ausführlich behandelt. Er schreibt: „Sie ist die am meisten verbreitete Epiphyte der Rohrhalm und zeigt ganz ausgesprochen eine Verbreitung, die von den Wellenbewegungen beeinflusst wird. Diese Beeinflussung ist aber hier eine günstige, da diese Art diejenige Zonen bewohnt, wo die Bewegung des Wassers am stärksten sein muss.“ Sie kommt in grösster Zahl in den unmittelbar unter dem Wasserspiegel befindlichen Wasserschichten der Röhrichte, also in deren am stärksten wellenbewegten Zone vor. Dies wird sehr deutlich in den Graphiken von CHOLNOKY veranschaulicht.

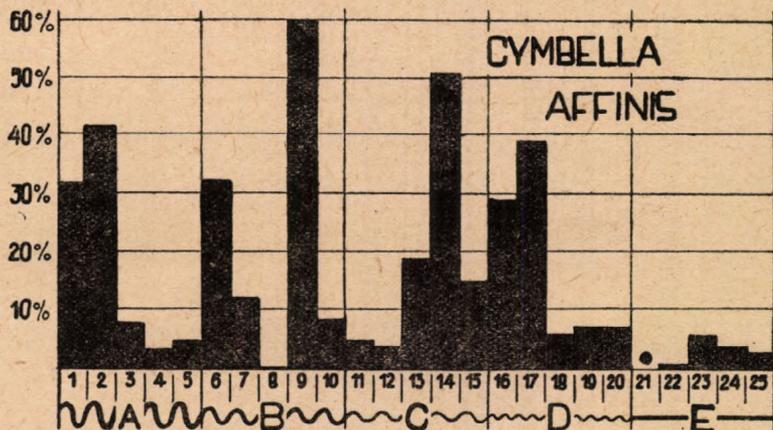


Abb. 7. Die Verbreitung von *Cymbella affinis* an Gebieten mit verschieden starkem Wellenschlag. (A—E und 1—25 wie in Abb. 6.)

Auf Grund des Durchschnittes sämtlicher Fundorte bildet diese Art 15.92 v. H. des gesamten Periphytons im Hafen von Siófok. (Abb. 5). In grösserer Menge kommt keine andere Art im Uferbenthos vor.

Von 25 Fundorten gab es nur einen einzigen, an welchem diese Art fehlten (Abb. 7. Tab. III.) An dieser Stelle (No. 8) hatte das Wasser

einen mehr fließenden Charakter. Das Substrat bestand aus *Cladophora*, deren Fäden von *Cocconeis pediculus* in grosser Menge bedeckt waren.

An wellenbewegten Fundorten bildet diese Art durchschnittlich 18.8 v. H. der Assoziation, während sie an wellenfreien, stillen Standorten durchschnittlich nur 3 v. H. erreicht. Der Gegensatz zwischen diesen beiden Typen ist sehr gross.

Die Häufigkeitsziffern der sehr stark, stark, gemässigt und schwach wellenbewegten Standorten weisen keinen sehr grossen Unterschied auf. An sehr wellenbewegten Fundorten zeigt sie 17.8 v. H., bei starkem Wellenschlag 22.4, an gemässigt wellenbewegten Orten 18.8 und bei schwachem Wellenschlag 17.6 v. H.

Die Verbreitung dieser Art wird ausser durch die Wellenwirkung auch durch die Qualität des Substrates stark beeinflusst. In maximaler Menge findet man sie im flockigen Kieselalgenrasen *Cladophora*-freier Steinflächen und Betonmauern. Die Auffassung von CHOLNOKY wird

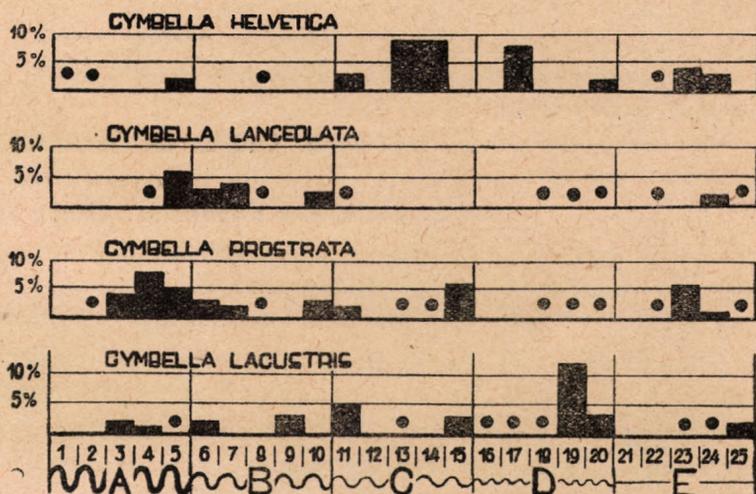


Abb. 8. Die Verbreitung von *Cymbella helvetica*, *lanceolata*, *prostrata* und *lacustris* an Gebieten mit verschieden starkem Wellenschlag.

auch durch das Ergebnis der Analyse des Periphytons von Siófok bestärkt. Diese Art verankert sich mit ihren ausnehmend kräftigen Gallertsohlen fest an die Steine der Brandungszone.

Cymbella affinis wurde als die häufigste Kieselalge des Benthos im Balaton von sämtlichen Forschern aufgefunden. Dies zeigen die Daten von ISTVÁNFFI, 1891 : 3, 1897 : 76, CHOLNOKY, 1929 : 318, ENTZ-

KOTTÁSZ-SEBESTYÉN, 1937 : T. 7. B., MESCHKAT, 1933 : 452, GALLIK, 1926 : 124, SZEMES, 1939 : 303. Die mitgeteilten Fundorte waren: Tihany, Arács, Boglár, Fonyód und Keszthely.

6. *Cymbella helvetica* KÜTZ. bildet an einzelnen Punkten der gemässigt und schwach wellenbewegten Standorte 8—9 v. H. der Individuenzahl der Assoziation. Dies ist der maximale Wert.

7. *Cymbella lacustris* (AGARDH) CLEVE kommt sporadisch an mehreren Punkten vor. An einem unserer schwach wellenbewegten Fundorte war sie mit einer Häufigkeit von 12 v. H. vertreten. CHOLNOKY beobachtete diese Art in grösster Menge in 40 cm Tiefe der Balatoner Röhrichte.

8. *Cymbella lanceolata* (EHR.) V. HEURCK ist an sehr stark und stark wellenbewegten Standorten häufiger. An anderen Orten kommt sie nur sporadisch vor.

9. *Cymbella prostrata* (BERKELEY) CLEVE bevorzugt sehr stark und stark wellenbewegte Stellen. In grösserer Menge kam diese Art gelegentlich meiner Untersuchungen nirgend vor. Sie erreicht maximal 6—7 v. H. der Individuenzahl der betreffenden Assoziationen.

Die graphische Darstellung, Abb. 8 veranschaulicht die Verbreitung der oben angeführten vier *Cymbella*-Arten.

10. *Diatoma vulgare* var. *producta* GRUN. ist bezüglich ihrer Häufigkeit und Menge das dritte Mitglied des Balatoner Periphytons. (Abb. 5.) In grösserer Menge kommen nur *Cymbella affinis* und *Cocconeis pediculus* vor. Der ökologische Charakter kann von sämtlichen Mitgliedern des Benthos bei dieser Art am schärfsten bestimmt werden. CHOLNOKY (1919 : 319) schreibt über ihre Verbreitung: „... Charakterpflanzen der Ufersteine besonders in der Spritzzone.“ HUSTEDT (1930 : 62) schreibt in seiner bekannten Bacillariophyten-Studie bei der Besprechung der Kieselalgen grösserer Seen über die Biocönose der Ufersteine: „Die in der Bewuchszone liegenden Steine weisen meistens einen dichten Bewuchs von *Diatoma vulgare* und *Cymbella prostrata* auf.“

Als nicht pelagische Kieselalge kommt sie nach den Erfahrungen von ENTZ-KOTTÁSZ-SEBESTYÉN (1937 : T. 7. B.) auch im Plankton zahlreich vor.

Ihr sporadisches Vorkommen im Tihanyer Plankton konnte auch ich feststellen (SZEMES, 1939 : 303). Ihre bisher mitgeteilten Fundorte waren: Tihany, Balatonfüred, Siófok, Szántód-Tihanyer Enge, Boglár, Badacsonytomaj, Rendes und Szepezd. Sie wurde bereits von ISTVÁNFFI (1897 : 92) und PANTOCSEK (1902 : 100) beobachtet. Im Laufe

meiner Untersuchungen wurde die Varietät von der Stammform nicht abgesondert. Die beiden sind durch eine ganze Reihe von Übergängen verbunden.

An sehr stark wellenbewegten Uferabschnitten bildet sie im Durchschnitt 65.4 v. H. der Individuenzahl der Assoziation. Es gibt zwar gewisse Schwankungen, doch bewegen sich die Abweichungen knapp neben diesem Durchschnittswert. Ihr Maximum beträgt an diesem Standortstyp 75 v. H., das Minimum 55 v. H. Doch vertritt selbst dieser letztere Wert noch immer eine bedeutende Menge. Diese Art beherrscht in derart hohem Masse die Assoziation, dass die Wertziffer des Vorkommens der übrigen Arten ganz unbedeutend wird. Ihre Begleitorganismen sind: *Cymbella affinis*, *C. prostata*, *C. lanceolata*, *C. ventricosa*, *Cocconeis pediculus* u. s. w.

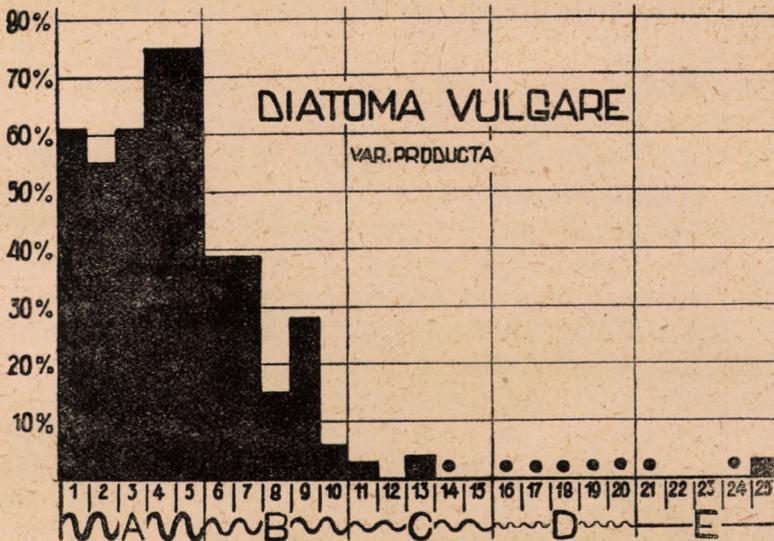


Abb. 9. Die Verbreitung von *Diatoma vulgare* v. *producta* am Gebieten mit verschieden starkem Wellenschlag. (A—E und 1—25 wie in Abb. 6).

Unsere graphische Darstellung (Abb. 9; s. Tab. III.) zeigt deutlich, dass ihr Optimum an sehr stark wellenbewegten Gebieten zu finden ist. Keine andere Art kommt an diesen exponierten Punkten in ähnlich grosser Menge vor.

Die stark wellenbewegten Stellen begünstigen noch immer ihre Verbreitung, aber ihre hier festgestellte Zahl weist im Vergleich zum vorher besprochenen Gebiet eine Verminderung aus. Diese

Art bildet im Durchschnitt 25.4 v. H. der Assoziation. Ihr Maximum ist hier nurmehr 39 v. H. der Häufigkeit.

An gemässigt wellenbewegten Standorten bilden sie im Durchschnitt 1.6 v. H. der Assoziation. Das Maximum beträgt hier bloss 4 v. H. an zwei Fundorten fehlt diese Art bereits vollkommen, während sie an sämtlichen Fundorten der vorher besprochenen zwei Typen immer zahlreich war.

An schwach wellenbewegten Sammelplätzen bildet sie 1 v. H. der Individuenzahl dieser Assoziation und ebenso viel wurde auch an den wellenfreien Standorten festgestellt. An zwei Punkten des wellenfreien Standorttyps kommt diese Art aber überhaupt nicht mehr vor.

Die Daten der Standorte mit sehr starkem und starkem Wellengang ergeben eine Häufigkeitsziffer von 45.4 v. H., die der gemässigt, schwach wellenbewegten und wellenfreien Standorte aber durchschnittlich 1.2 v. H.

Diese Daten zeigen uns deutlich, dass diese Art ihr Verbreitungsoptimum in der am heftigsten bewegten Brandungszone findet. Ihre cytologische Konstruktion, ihre Gallertpölster u. s. w. sichern, dass sie selbst zur Zeit heftigster Stürme fest sitzen bleibt. Gemässigt und schwach wellenbewegte und wellenfreie Gebiete kann sie jedoch nicht erobern, da sie an solchen Orten durch die Konkurrenz der übrigen Organismen verdrängt wird. Hier ist diese Art also nur verstreut zu finden. Häufiger sind dagegen verendete Individuen und leere Schalen.

11. *Epithemia sorex* KÜTZ.

E. sorex var. *gracilis* HUST. ist im Periphyton fast überall zu finden, doch tritt sie nirgends in grosser Menge auf. Selbst ihr Maximum erreicht nur 3—5 v. H. Ihre Verbreitung wurde in den Balatoner Röhrichten von CHOLNOKY studiert. Die Stammform und ihre Varietät sind durch Übergänge verbunden.

12. *Epithemia turgida* (EHR.) KÜTZ. kommt an gemässigt wellenbewegten Orten selbst mit einer Häufigkeit von 25—30 v. H. vor. An sonstigen Standorten wurde diese Art nur vereinzelt gefunden. Grössere Maxima sind nirgends ausgebildet; einzelne Individuen sind aber — die exponierten Molospitzen ausgenommen — fast überall zu finden.

13. *Epithemia zebra* (ERH.) KÜTZ.

E. zebra var. *porcellus* (KÜTZ.) GRUN.

E. zebra var. *saxonica* (KÜTZ.) GRUN. kommen an mehreren Stellen verstreut vor. An sehr stark wellenbewegten Stellen sind sie

nicht zu finden. Die var. *saxonia* war übrigens bisher nur aus Tihany bekannt (CHOLNOKY, 1919:319); für Siófok ist diese Art daher neu.

CHOLNOKY stellte bei der Studie der vertikalen Verteilung der Kieselalgen in den Röhrichte des Balatons fest, dass die *Epithemia*-Arten in einer Tiefe von 40 cm in grösster Menge vorkommen; er hebt jedoch hervor, dass sich *E. turgida* und *zebra* mit Hilfe ihrer Gallertpölster selbst bei stärkstem Wellenschlag verankern und festsitzen bleiben könnten. Trotzdem bewohnen diese Arten mit Vorliebe die stilleren Teile der Röhrichte. Die Mitglieder dieser Gattung bilden insgesamt bloss 0.8 v. H. der Individuen der Assoziatiön sehr stark wellenbewegter Standorte. An stark wellenbewegten Orten beträgt ihre Zahl durchschnittlich 1 v. H. An mässig wellenbewegten Orten erreichen sie 13.2 v. H., in der schwach wellenbewegten Zone 4 v. H. und an wellenfreien Orten 1.5 v. H. Diese Art vermeidet also auch bei der Besiedelung der Ufersteine die am stärksten exponierten Punkte. Ihre Maxima sind an gemässigt und schwach wel-

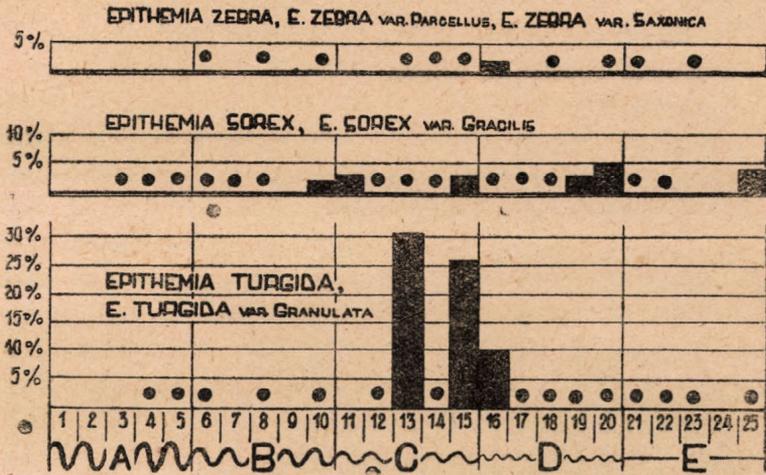


Abb. 10. Die Verbreitung von Epithemia-Arten an Gebieten mit verschieden starkem Wellenschlag. (A—E und 1—25 wie in Abb. 6).

lenbewegte Standorte gebunden. Diese erinnern an die 40 cm tief liegende Zone der Röhrichte, also an Orte, wo diese Art auch nach CHOLNOKY ihre maximale Entwicklung erreicht. (Abb. 10.)

14. *Fragilaria brevistriata* GRUN.

Fr. brevistr. var. *inflata* (PANT.) HUST.

Fr. brevistr. var. *trigibba* (PANT.) HUST, fehlt an den am stärksten exponierten Molospitzen. An stark, mässig und schwach

wellenbewegten Stellen erreicht ihre Häufigkeit durchschnittlich 3.3 v. H. Ihr Maximum erreicht höchstens 11 v. H. Ihr Durchschnittswert an wellenfreien stillen Abschnitten beträgt 14.2 v. H.

Ihre optimalen Lebensbedingungen findet diese Art an wellenfreien Standorten. An solche ist auch ihr maximales Vorkommen gebunden. Im geschützten Motorbootshafen sowie an den Uferpfählen bildete diese Art 15 v. H. der Kiesalgen-Knötchen, im innersten, geschützten Winkel des Segelboothafens, sowie in wellenfreien kleinen Einbuchtungen erreichte sie auch 21 v. H.; am schlammigen Ufer des mit dem Molo benachbarten Abschnittes sogar 31 v. H. Dies ist der maximalste Wert ihres Vorkommens.

Zusammenfassend kann also festgestellt werden, dass die optimalsten Lebensbedingungen für die Verbreitung dieser Art in wellenfreien, schlammigen Biotopen zu finden sind.

Aus dem Balaton wurde diese Art von ISTVÁNFFI (1897 : 97), PANTOCSEK (1902 : 98), CHOLNOKY (1929 : 319), SZEMES (1939 : 303) mitgeteilt. Die Fundorte waren: Tihany, Balatonfüred, Siófok.

15. *Fragilaria capucina*. DESM.

Fr. capucina var. *lanceolata* GRUN. fehlt an stark wellenbewegten Stellen. An stark, mässig und schwach wellenbewegten Orten bildet sie 1.3 v. H. der Individuen dieser Assoziationen. Auch dies ist eine sehr kleine Wertziffer des Vorkommens. Mehr als 5 v. H. erreicht sie an keinem einzigen Punkt. An wellenfreien, stillen Orten beträgt ihre durchschnittliche Zahl 5.4 v. H. Hier erreicht diese Art ihre maximale Entwicklung: in der Nähe des Strandbades, in sehr feinkörnigem Detritus, unmittelbar neben der Uferlinie 10 v. H. Diese Art lebt also in grösster Menge in wellenfreien, detritusreichen, geschützten Winkeln.

ISTVÁNFFI, 1897 : 96), PANTOCSEK (1902 : 98, 100), ENTZ-KOTTÁSZ-SEBESTYÉN 1937 : T. 7. B.), SZEMES (1939 : 303) fanden sie in Tihany, Arács, Kerekediöböl, Kenese, Siófok, Szántód-Tihanyer Enge, Keszthely, Györök, Akali. Die Varietät wurde von SZEMES (l. c.) in Tihany gefunden.

16. *Fragilaria construens* (EHR.) GRUN. Die Daten ihrer Häufigkeit sind in Tabelle III. zusammengefasst.

An sehr stark, stark und mässig wellenbewegten Orten bildet sie ungefähr 0.8 v. H. der einzelnen Assoziationen. Ihr Maximum beträgt hier 2 v. H. In der schwach wellenbewegten Zone bildet sie durchschnittlich 1.4 v. H. mit einem Maximum von 4 v. H. An wellenfreien,

stillen Orten ist sie durchschnittlich mit 8.4 v. H. vertreten. Sie kommt an sämtlichen Fundorten des letzteren Types vor. Ihr hiesiges Minimum beträgt 4, das Maximum 16 v. H. Diese Art bevorzugt wellenfreie, schlammige, detritushaltige, geschützte Uferabschnitte.

Aus dem Balaton war diese Art bisher aus den Mitteilungen von ISTVÁNFFI (1897 : 96—97), PANTOCSEK (1902 : 97), ENTZ-KOTTÁSZ-SEBES-
TYÉN (1937 : T. 7. B.), SZEMES (1939 : 303) nur aus Tihany und der Szántód-Tihanyer Enge bekannt.

17. *Fragilaria intermedia* GRUN. fehlt an sehr stark wellenbewegten Stellen. An stark wellenbewegten Stellen fand ich nur ein einziges Exemplar. Am gemässigt wellenbewegten Standorten bildet diese Art durchschnittlich 3.6 v. H. der Assoziation, an schwach wellenbewegten Stellen 4.6 v. H. und an wellenfreien, stillen Uferabschnitten 6.2 v. H. Ihr Vorkommen ist aber trotzdem ziemlich unregelmässig, obzwar wir feststellen können, dass ihre Zahl gegen die ruhigeren Orte zu schreitend steigt und diese Art ihr maximales Vorkommen an vollkommen wellenfreien, stillen, schlammigen, detritushaltigen Uferabschnitten erreicht. Ich bezeichne das Vorkommen dieser Art aus dem Grunde als unregelmässig, da sie an einem der unmittelbar benachbarten, fast gleich scheinenden Standorte in grosser Menge vorkommt, am anderen jedoch vollkommen fehlen kann. Gelegentlich des Studiums dieser Art im Balaton schreibt CHOLNOKY (1929 : 329): „Die Unregelmässigkeiten waren bei dieser Art so auffallend gross, dass die graphische Darstellung der obigen Daten mir absolut überflüssig zu sein schien.“ Die Ergebnisse dieser beiden Untersuchungen stimmen vollkommen überein.

ISTVÁNFFI, PANTOCSEK, CHOLNOKY und SZEMES teilen ihr Vorkommen aus dem Balaton mit, aber nur mit den Fundorten: Tihany, Szántód-Tihanyer Enge und Siófok.

Zusammenfassend können wir feststellen, dass die Arten der Gattung *Fragilaria* eine grosse Rolle bei der Bildung des Periphytons spielen. Dies ist aus unserer Tabelle III. ersichtlich, in welcher die Daten sämtlicher *Fragilaria*-Arten zusammengefasst sind.

Die Durchschnittswerte als Grundlage nehmend, können wir feststellen, dass die Zahl der *Fragilaria*-Arten stark zunimmt, sobald wir uns von den sehr stark wellenbewegten Gebieten über die stark, gemässigt und schwach wellenbewegten Stellen den stillen, unbewegten Orten nähern und ganz plötzlich hinauf-

springt, sobald wir die wellenfreie, schlammige, detritushaltige litorale Zone erreichen. Die Gattung kann hier ein Maximum von 80 v. H. erreichen!

Die Verbreitung der Fragilarien an wellenfreien Standorten ist auch an unserer graphischen Darstellung gut ersichtlich. An ihrem reichsten Fundort, der Uferlinie, befindet sich ein mehrere Meter breiter, aus fein zerriebenem Detritus bestehender Saum (Sammelplatz No. 21). Hier erreichte diese Gattung 80 v. H. 50 v. H. erreicht sie am vollkommen geschützten, schlammigen Grund des Segelboothafens (Sammelplatz No. 24), aus dessen geringer Tiefe ständig Kieselalgen-Inseln auftauchen. (Abb. 11).

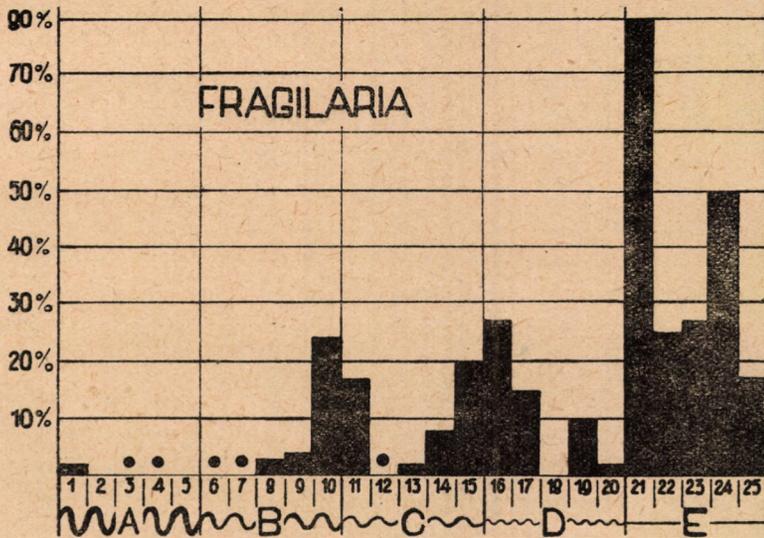


Abb. 11. Die Verbreitung der Fragilaria-Arten an Gebieten mit verschieden starkem Wellenschlag. (A—E und 1—25 wie in Abb. 6).

18. Die Arten der Gattung *Gomphonema* spielen bei der Bevölkerung der Ufersteine und der künstlichen Substrate keine bedeutende Rolle. Ihre Zahl ist verhältnismässig gering. An sehr stark, stark und mässig wellenbewegten Standorten kommt diese Gattung nur sporadisch vor, an schwach wellenbewegten Sammelplätzen erreicht sie ein Maximum von 3—4 v. H., während sie an unbewegten Stellen mit 1—2 v. H. an der Bildung der Assoziation teilnimmt.

19. *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabh. ist an sehr stark, stark und mässig wellenbewegten Standorten sporadisch. Bei schwachem

Wellenschlag erreicht sie stellenweise 2 v. H., an wellenfreien, stillen Orten sogar 6 v. H.

20. *Gyrosigma attenuatum* (KÜTZ.) RABH. kommt an stark bewegten Stellen nur vereinzelt vor. An mässig wellenbewegten Standorten erreicht sie 3—4 v. H. Ihr maximales Vorkommen mit einer Häufigkeit von 7 v. H. Ihr maximales Vorkommen mit einer Häufigkeit von 7 v. H. erreicht diese Art an wellenfreien, stillen Orten.

21. *Gyrosigma distortum* (W. SMITH) CLEVE.

G. distortum var. *Parkeri* HARRISSON, sowie *G. Kützingii* (GRUN.) CLEVE und *G. scalproides* (RABENH.) CLEVE finden ebenfalls nur an wellenfreien Standorten ihre optimalen Lebensbedingungen.

An sehr stark und stark wellenbewegten Standorten war diese Gattung nur mit einer Häufigkeit von 0.5 v. H. vertreten. An mässig und schwach bewegten Punkten bildet sie nur 2.3 v. H. der Individuen dieser Assoziation. An wellenfreien, stillen Orten war die Wertziffer ihrer Häufigkeit 8.3 v. H.

22. *Navicula cryptocephala* KÜTZ. ist eine der gemeinsten Arten der Balatoner Röhrichte, aber, wie CHOLNOKY hervorhebt, keine Epiphyte. Sie fehlt im Periphyton der am stärksten wellenbewegten Gebiete und erreicht auch an wellenfreien Stellen höchstens 2—3 v. H.

23. *Navicula gracilis* EHR. ist eine typische Epiphyte. Das Optimum ihrer Entwicklung findet sie an gemässigt wellenbewegten Standorten. An den am stärksten exponierten Fundorten fehlt diese Art vollkommen, an anderen Orten kommt sie nur vereinzelt vor.

24. Die *Nitschia*-Arten spielen im Aufbau des Periphytons eine nur unbedeutende Rolle. Die Wertziffer ihrer Häufigkeit beträgt im Durchschnitt 1.22 v. H. Eine Regelmässigkeit kann bei ihrer Verbreitung nicht festgestellt werden. Bei sehr starkem und starkem Wellenschlag ist ihre Zahl verschwindend klein, aber sie kommen selbst an den übrigen Plätzen nur vereinzelt vor.

25. *Rhoicosphenia curvata* (KÜTZ.) GRUN. ist eine der häufigsten Kieselalgen der künstlichen Substrate des Balaton-Ufers. Ihre Verbreitung weist keine Regelmässigkeit auf. Sie nimmt im Mittelwert mit 3.04 v. H. am Aufbau des Periphytons teil. An sehr wellenbewegten Standorten kommt sie ebenso vor, wie in der wellenfreien Zone. Häufig ist sie im *Cladophora-Oedogonium*-Gewirr, besonders dort, wo im Wasser eine gewisse Strömung zu verzeichnen ist. So tritt sie z. B. mit einem bedeutenden Prozentsatz am Sammelplatz No. 7 auf (Fig. 12),

wo sie 31 v. H. der Individuenzahl dieser Assoziation bildet. Dies ist ihr maximales Vorkommen. Diese Art wurde von mehreren Stellen des Balatons mitgeteilt.

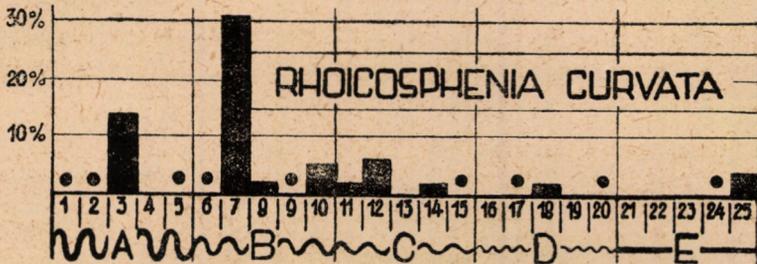


Abb. 12. Die Verbreitung von Rhoicosphenia-Arten an Gebieten mit verschieden starkem Wellenschlag. (A—E und 1—25 wie in Abb. 6).

26. *Rhopalodia gibba* var. *ventricosa* (EHR.) GRUN. (Tabelle III.; Abb. 13). An sehr stark und stark wellenbewegten Standorten fehlt diese Art fast vollkommen. Sie wurde hier nur an einem Punkt gefunden. Aber auch an mässig wellenbewegten Standorten fand ich sie vereinzelt nur an zwei Orten. An einzelnen Stellen der schwach wellenbewegten Standorte trat sie zwar in einem bedeutenden Prozentsatz auf, doch ist ihr hiesiges Vorkommen insofern unregelmässig, als sie an 2—3 Sammelpätzen fast vollkommen fehlt, an den übrigen zwei aber mit einer Häufigkeit von 31 bzw. 48 v. H. auftrat. Der erste dieser beiden Standorte ist die Betonmauer des Molos der Schiffstation. Der Bewuchs war schön dunkelgelb, samtig-flockig und vollkommen frei von Fadenalgen. Ihre Begleit-

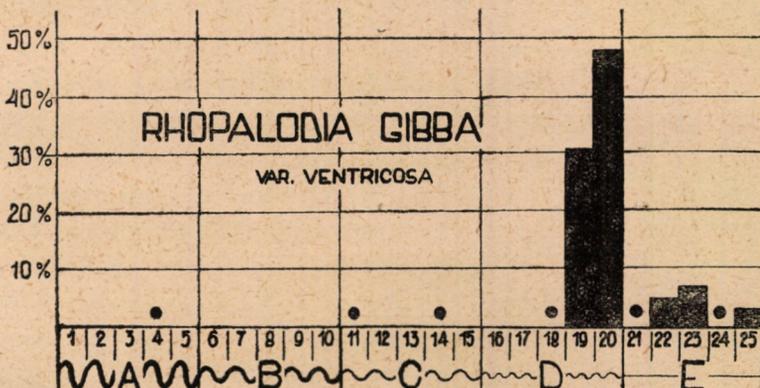


Abb. 15. Die Verbreitung von *Rhopalodia gibba* v. *ventricosa* an Gebieten mit verschieden starkem Wellenschlag. (A—E und 1—25 wie in Abb. 6).

organismen waren hier hauptsächlich *Cymbella lacustris* und *C. affinis*, sowie *Synedra acus*. Den Standort ihres maximalen Vorkommens von 48 v. H. bildete der schlammige Beckengrund der vollkommen wellenfreien Uferlinie der Schiffstation. Der Kieselalgenbewuchs des Schlammes war hier einige mm dick, gelblich-braun und flockig. Ihre Begleitorganismen waren: *Cymbella affinis*, *Mastoglia Smithii* var. *amphicephala*, *Synedra acus*, *Epithemia sorex* u. s. w.

Diese Art ist an sämtlichen Punkten der wellenfreien Zone in mehr oder minder grosser Menge vertreten. Ihre hiesigen Maxima betragen 5 und 7 v. H. Ihre optimale Entwicklung erreicht sie an fast wellenfreien, stillen Orten.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE.

I. Charakteristik der Kieselalgen-Assoziationen. (Tab. IV).

A. (Tab. IV. A; Taf. V. Abb. A.) Die Leitform der an sehr stark wellenbewegten Standorten, an exponierten Molospitzen ausgebildeten Assoziationen ist *Diatoma vulgare* var. *producta*. Ihre ständigen Begleitformen sind: *Cymbella affinis*, *C. prostrata*, *Rhoicosphenia curvata*, *Cocconeis pediculus*, *Cymbella lanceolata* und *C. ventricosa*. Diese Assoziation ist durch weniger Arten mit sehr hoher Individuenzahl charakterisiert. Die Assoziationen der einzelnen Sammelplätze dieser sehr stark wellenbewegten Gebiete, besonders der exponierten Molospitzen zeigen die grösste Ähnlichkeit. Auch die Konstanz und Abundanz der Arten ist hier fast übereinstimmend. Diese ständigen Arten sind Epiphyten mit gut ausgebildeten Haftorganellen. Sie besitzen ein sehr hochgradiges Sauerstoffbedürfnis. In künstlich hergestellten Kulturen reagieren sämtliche Arten sehr empfindlich auf die Verminderung des Sauerstoffgehaltes und gehen bald ein. Die Arten sind sich morphologisch und physiologisch ähnlich und sind auch ökologisch einseitig. Mit anderen Worten: die Biocönosen der sehr stark wellenbewegten Uferbiotope sind extrem und können daher durch das zweite biozönotische Grundprinzip von THIENEMANN (1939. p. 273) charakterisiert werden:

„Je mehr sich die Lebensbedingungen eines Biotops vom Normalen und für die meisten Organismen Optimalen entfernen, um so artenärmer wird die Biocoenose, um so charakteristischer wird sie, in um so grösserem Individuenreichtum treten die einzelnen Arten auf“.

B. (Tab. IV, B; Taf. V. Abb. B). Die vorherrschenden Arten der stark wellenbewegten Standorte sind: *Diatoma vulgare* var. *producta*, *Cymbella affinis* und *Rhoicosphenia curvata*. Häufig sind noch: *Cocconeis pediculus*, *Achnanthes minutissima*, *Fragilaria brevistriata*, *Cymbella prostata*, *Navicula gracilis*, *Cymbella lacustris*, *Fragilaria capucina* und *Navicula radiosa*. Die Charakteristik der Assoziation ist: Noch immer wenig, aber immerhin schon etwas mehr Arten als an den exponierten Punkten bei hoher Individuenzahl. Die Arten sind konstant, epiphytisch und sauerstoffbedürftig. Die Assoziationen der einzelnen Fundorte zeigen innerhalb des Standorttyps noch immer eine grosse Ähnlichkeit, aber nicht mehr so hochgradig, wie an den am stärksten bewegten Gebieten.

C. (Tab. IV. C; Taf. V. Abb. C). An mässig wellenbewegten Standorten dominieren: *Cocconeis pediculus* und *Cymbella affinis*. Ständige Begleiter sind: *Epithemia turgida* var. *granulata*, *Cymbella parva*, *C. helvetica*, *Fragilaria intermedia*, *Fr. brevistriata*, *Navicula gracilis*, *Rhoicosphenia curvata*, *Cymbella prostata*, *C. lanceolata*, *Epithemia sorex*, *Amphora ovalis* var. *pediculus* und *Cymbella Ehrenbergii*. Im Gegensatz zur niedrigen Artenzahl der exponierten Molospitzen und zur sehr hohen Artenzahl der wellenfreien Orte ist diese Assoziation durch eine mittelmässige Arten- und Individuenzahl charakterisiert. Die Biocönosen der einzelnen Sammelplätze sind einander sehr ähnlich.

D. (Tab. IV, D; Taf. VI. Abb. D). Die vorherrschenden Arten der schwach wellenbewegten Standorte sind: *Rhopalodia gibba* var. *ventricosa* und *Achnanthes minutissima*. Häufig sind: *Cymbella affinis*, *Cocconeis pediculus*, *Fragilaria intermedia*, *Cymbella lanceolata*, *C. parva*, *C. tumidula*, *Fragilaria brevistriata*, *Mastoglia Smithii* var. *amphicephala*, *Synedra acus*, *Cymbella helvetica*, *Epithemia sorex*, *Amphora ovalis*, *Fragilaria pinnata*, *Epithemia turgida*, *Fragilaria construens* und *Gomphonema parvulum*. Die Assoziation ist durch viele Arten mit kleiner Individuenzahl charakterisiert. Die kennzeichnenden Arten besitzen einen niedrigen prozentuellen Wert. Zwischen den Epiphyten befinden sich auch Plankter in schöner Zahl: *Cyclotella ocellata*, *Diploneis ovalis* und *D. puella*. Innerhalb des Standorttyps zeigt auch die Zusammensetzung der Assoziation der einzelnen Sammelplätze bedeutende Unterschiede. An schwach wellenbewegten Standorten beeinflussen schon viele unbekannte Faktoren die Ansiedlungsmöglichkeit der Arten.

E. (Tab. IV. E; Taf. VI. Abb. E). An wellenfreien, stillen Standorten wird die Assoziation von *Fragilaria brevistriata*, *Fr. brevistriata* var. *inflata*, *Fr. construens*, *Fr. intermedia*, *Cymatopleura angulata* und *Cymbella ventricosa*, sowie verschiedenen *Amphora*, *Gyrosigma*, *Nitschia*, *Rhopalodia* und *Surirella*-Arten beherrscht. Eine ausgesprochene Leitform gibt es hier nicht. Am ehesten könnte noch die Gattung *Fragilaria* hervorgehoben werden. Die Assoziation ist durch sehr viele Arten mit sehr kleiner Individuenzahl charakterisiert. Auch der prozentuelle Wert der vorherrschenden Gattung ist sehr niedrig. Die Mitglieder des Benthos und des Planktons kommen hier gemeinsam vor. Die Arten zeigen bei der Züchtung keine grosse Empfindlichkeit gegen die Verminderung des Sauerstoffs. Sie sind leicht zu züchten. Die Ausbildung der Haftorganellen ist nicht sehr charakteristisch. Zusammenfassend kann also festgestellt werden, dass an wellenfreien, stillen Orten die Zahl der Arten sehr hoch, die der Individuen hingegen sehr niedrig ist. Die Arten sind morphologisch und physiologisch vielseitig, indem sie die Charakterzüge eines optimalen Biotops an sich tragen. Auf diese bezieht sich das erste biozönotische Grundprinzip von THIENEMANN (l. c.):

„Je variabler die Lebensbedingungen einer Lebensstätte, um so grösser die Artenzahl der zugehörigen Lebensgemeinschaft.“

TABELLE IV. A—E.

Pflanzensoziologische Tabellen der Kieselalgen-Assoziationen im Hafen von Siófok. Gesamtheit und prozentuelle Häufigkeit der Bacillariophyten der einzelnen Standortstypen.*

* Abkürzungen: A = Abundanz, K = Konstanz

Häufigkeitsziffern: 5 = 100—75 %

4 = 75—50 „

3 = 50—25 „

2 = 25—12.5 „

1 = 12.5—0.5 „

+ = mit weniger als 0.5 % der Individuenzahl am Aufbau der Assoziation beteiligte Arten

Lokalkonstanz: V = an 5 Sammelplätzen gefundene Art

IV = „ 4 „ „

III = „ 3 „ „

II = „ 2 „ „

I = „ 1 „ „

TABELLE IV. A.

Sehr stark wellenbewegte Standorte.

A R T E N	Standorte						
	1	2	3	4	5	A	K
<i>Amphora ovalis</i> var. <i>pediculus</i> EHR.		+	1	+		+—1	III
<i>Cocconeis pediculus</i> EHR.	+		1	+	1	+—1	IV
<i>Cocconeis placentula</i> (EHR.)	+			+	+		III
<i>Cyclotella Kützingiana</i> THWAITES	+	+		+		+	III
<i>Cyclotella ocellata</i> PANTOCSEK	1	+		+	+	+—1	IV
<i>Cymbella affinis</i> KÜTZ.	3	3	1	1	1	1—3	V
<i>Cymbella helvetica</i> KÜTZ.	+	+			1	+—1	III
<i>Cymbella lacustris</i> (AGARDH) CLEVE			1	1	+	+—1	III
<i>Cymbella lanceolata</i> (EHR.) V. HEURCK		+		1	1	+—1	III
<i>Cymbella prostata</i> (BERKELEY) CLEVE		+	1	1	1	+—1	IV
<i>Cymbella ventricosa</i> KÜTZ.	+	+	1	1	+	+—1	V
<i>Diatoma vulgare</i> var. <i>producta</i> GRUNOW	4	4	4	5	5	4—5	V
<i>Diploneis ovalis</i> (HILSE) CLEVE				+	+	+	II
<i>Epithemia sorex</i> KÜTZ.			+	+	+	+	III
<i>Epithemia turgida</i> (EHR.) KÜTZ.				+	+	+	II
<i>Fragilaria brevistriata</i> GRUN.			+	+		+	II
<i>Fragilaria construens</i> (EHR.) GRUN.	1		+	+		+—1	III
<i>Fragilaria pinnata</i> var. <i>lancettula</i> (SCHUM.) HUST.			+	+		+	II
<i>Gomphonema olivaceum</i> (LYNG.) KÜTZ.	+	+				+	I
<i>Gomphonema parvulum</i> KÜTZ.	+	+				+	II
<i>Gyrosigma distortum</i> (W. SMITH) CLEVE				+	+	+	II
<i>Gyrosigma distortum</i> var. <i>Parkeri</i> HARRISON				+	+	+	II
<i>Melosira granulata</i> var. <i>angustissima</i> MÜLL.	+		+			+	II
<i>Navicula scutelloides</i> W. SMITH	+			+		+	II
<i>Nitzschia dissipata</i> (KÜTZ.) GRUN.	+	+				+	II
<i>Rhoicosphenia curvata</i> (KÜTZ.) GRUN.	+	+	2		+	+—2	III

Accidenter: *Amphora ovalis* KÜTZ., *A. ovalis* var. *lybica* (EHR.) CLEVE, *Cocconeis diminuta* PANT., *Cyclotella bodanica* EULENST., *Cymbella microcephala* GRUN., *Diploneis puella* (SCHUM.) CLEVE, *Fragilaria brevistriata* var. *inflata* (PANT.) HUST., *Fr. capucina* DESM., *Gomphonema angustatum* var. *producta* GRUN., *G. augur* EHR., *G. olivaceum* var. *calcareum* CLEVE, *Gyrosigma acuminatum* (KÜTZ.) RABH., *Melosira granulata* (EHR.) RALFS, *M. varians* C. A. AG., *Navicula placentula* (EHR.) GRUN., *N. tuscula* (EHR.) GRUN., *Nitzschia filiformis* (W. SMITH) HUST., *N. linearis* W. SMITH, *N. sublinearis* HUST., *Rhopalodia gibba* (EHR.) O. MÜLL., *Rh. gibba* var. *ventricosa* (EHR.) GRUN.

TABELLE IV. B.
Stark wellenbewegte Standorte.

A R T E N	Standorte					A	K
	6	7	8	9	10		
<i>Achnanthes minutissima</i> KÜTZ.	+	+				+	II
— <i>minutissima</i> var. <i>cryptocephala</i> GR.					3	3	I
<i>Amphora ovalis</i> KÜTZ.	+		+	+	+	+	IV
— <i>ovalis</i> var. <i>pediculus</i> KÜTZ.	+	+			+	+	III
<i>Cocconeis pediculus</i> EHR.	1	1	4	+	1	+—4	V
— <i>placentula</i> (EHR.)	+	+		+	1	+—1	IV
<i>Cyclotella bodanica</i> EULENST	+		+		+	+	III
— <i>ocellata</i> PANTOCSEK	+		+		1	+—1	IV
<i>Cymatopleura solea</i> var. <i>regula</i> (EHR.) GR.			+	+		+	II
<i>Cymbella affinis</i> KÜTZ.	3	1		4	1	1—4	IV
— <i>lacustris</i> (AGARD) CLEVE	1			1		1	II
— <i>lanceolata</i> (EHR.) V HEURCK	1	+		1		+—1	III
— <i>microcephala</i> GRUN.		+			+	+	II
— <i>prostata</i> (BERKELEY) CLEVE	1	1	+		1	+—1	IV
— <i>ventricosa</i> KÜTZ.	1			1	+	+—1	III
<i>Diatoma vulgare</i> var. <i>linearis</i> GRUN.	1	1				1	II
— <i>vulgare</i> var. <i>producta</i> GRUN.	3	3	2	3	1	1+3	V
<i>Diploneis ovalis</i> (HILSE) CLEVE	+				1	+—1	II
— <i>puella</i> (SCHUM.) CLEVE	+				+	+	II
<i>Epithemia sorex</i> KÜTZ.	+		+		1	+—1	III
— <i>turgida</i> (EHR.) KÜTZ.	+		+		+	+	III
— <i>zebra</i> (EHR.) KÜTZ.	+		+		+	+	III
<i>Fragilaria brevistriata</i> GRUN.	+		1	1	1	+—1	IV
— <i>brevistriata</i> var. <i>inflata</i> (PANT.) HUST.	+		+		1	+—1	III
— <i>brev. trigibba</i> (PANT.) HUST.	+		+		+	+	III
— <i>capucina</i> DESM.	+				1	+—1	II
— <i>construens</i> (EHR.) GRUN	+	+			1	+—1	III
— <i>Harrisonii</i> W. SMITH	+	+				+	II
— <i>pinnata</i> EHRENB.					1	1	I
<i>Gomph. olivaceum</i> var. <i>calcareo</i> CLEVE	+	+				+	II
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (KÜTZ.) RABH.	+		+		+	+	III
— <i>attenuatum</i> (KÜTZ.) RABENH.			1			1	I
<i>Melosira varians</i> C. A. AG.					1	1	I
— <i>granulata</i> var. <i>angustissima</i> MÜLL.					1	1	I
<i>Navicula gracilis</i> EHR.			1	1	+	+—1	III
— <i>radiosa</i> KÜTZ.	1				+	+—1	II
<i>Nitzschia microcephala</i> GRUN.		+	+				
— <i>linearis</i> W. SMITH			+	1		+—1	II
— <i>recta</i> HANTZSCH					1	1	I
<i>Rhoicosphenia curvata</i> (KÜTZ.) GRUN.	+	3	1	+	1	+—3	V

Accidenter: *Achnanthes Clevei* GRUN., *Amphora ovalis* var. *libyca* (EHR.) CLEVE, *Amphora perpusilla* GRUN., *Cocconeis diminuta* PANT., *C. placentula* var. *klinoraphis* GEITLER, *Cymatopleura elliptica* (BRÉB.) W. SMITH, *Cymbella helvetica* KÜTZ., *Epithemia sorex* var. *gracilis* HUST., *E. zebra* var. *saxonica* (KÜTZ.) GRUN., *Fragilaria capucina* var. *lanceolata* GRUN., *Fr. intermedia* GRUN., *Gomphonema acuminatum* EHR., *G. angustatum* var. *producta* GRUN., *G. olivaceum* (LYNGB.) KÜTZ., *Gyrosigma distortum* var. *Parkeri* HARRISSON, *G. scalproides* (RABENH.) CLEVE, *Navicula anglica* RALFS, *N. cryptocephala* KÜTZ., *N. gastrum* EHRENB., *N. microcephala* GRUN., *N. minuscula* GRUN., *N. platysoma* EHRENB., *N. scutelloides* W. SMITH., *N. pseudocutiformis* HUSTEDT, *N. tuscula* (EHR.) GRUN., *Nitzschia dissipata* (KÜTZ.) GRUN., *N. frustulum* KÜTZ., *N. tryblionella* HANTZSCH, *Rhopalodia gibba* (EHR.) O. MÜLL., *Surirella biseriata* var. *bifrons* (EHRENB.) HUST., *Tabellaria fenestrata* (LYNGB.) KÜTZ. —

TABELLE IV. C.

Mässig wellenbewegte Standorte.

A R T E N	Standorte					A	K
	11	12	13	14	15		
<i>Achnanthes minutissima</i> KÜTZ.	+	+		+	+	+	IV
<i>Amphora ovalis</i> KÜTZ.	1		+	+		+	III
— <i>ovalis</i> var. <i>pediculus</i> KÜTZ.	1		1		+	+—1	III
<i>Caloneis bacillum</i> (GRUN.) MERSCHK.	1		+			+—1	II
<i>Cocconeis pediculus</i> EHRENB.	1	5	1	1	1	1—5	V
— <i>placentula</i> (EHR.)	1		+	+		+—1	III
<i>Cyclotella ocellata</i> PANTOCSEK	1				1	1	II
<i>Cymatopleura elliptica</i> (BRÉB.) W SMITH	1	+				+—1	II
— <i>solea</i> (BRÉB.) W. SMITH	+				+	+	II
<i>Cymbella affinis</i> KÜTZ.	1	1	2	4	2	1—4	V
— <i>cistula</i> (HEMPRICH) GRUN.				+	+	+	II
— <i>Ehrenbergii</i> KÜTZ.			1		1	1	II
— <i>helvetica</i> KÜTZ.	1		1	1		1	III
— <i>lacustris</i> (AGARDH) CLEVE	1		+		1	+—1	III
— <i>parva</i> (W. SMITH) CLEVE			2	1		1+2	II
— <i>prostata</i> (BERKELEY) CLEVE	1		+	+	1	+—1	IV
— <i>ventricosa</i> KÜTZ.	+		+	+	+	+	IV
<i>Diatoma vulgare</i> var. <i>producta</i> GRUN.	1		1	+		+—1	III
<i>Diploneis elliptica</i> (KÜTZ.) CLEVE			+	1	+	+—1	III
— <i>oculata</i> (BRÉB.) CLEVE			+		+	+	II
— <i>ovalis</i> (HILSE) CLEVE	+		+		+	+	III
<i>Epithemia sorex</i> KÜTZ.	1		1	+	1	+—1	III
— <i>sorex</i> var. <i>gracilis</i> HUST.	+	+				+	II
— <i>turgida</i> var. <i>granulata</i> (EHR.) GRUN.			3		3	3	II
— <i>zebra</i> (EHR.) KÜTZ.			+	+	+	+	III
— <i>zebra</i> var. <i>porcellus</i> (KÜTZ.) GRUN.			+	+		+	II
— <i>zebra</i> var. <i>saxonica</i> (KÜTZ.) GRUN.			+	+	+	+	III
<i>Fragilaria brevistriata</i> GRUN.	1		+	1	1	+—1	IV
— <i>brevistriata</i> var. <i>inflata</i> (PANT.) HUST.	+		+	+	1	+—1	IV
— <i>brev.</i> var. <i>trigibba</i> (PANT.) HUST.			+		+	+	II
— <i>capucina</i> DESM.			+	+	+	+	III
— <i>construens</i> (EHR.) GRUN.	+	+			1	+—1	III
— <i>intermedia</i> GRUN.	1		1	1		1	III
— <i>pinnata</i> EHRENB.	+			+	1	+—1	III
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (KÜTZ.) RABENH.	+	+	+		+	+	IV
— <i>attenuatum</i> (KÜTZ.) RABENH.	1		1	1	+	+—1	IV
— <i>distortum</i> var. <i>Parkeri</i> HARRISON			1			1	I
— <i>scalproides</i> (RABENH.) CLEVE	1					1	I
<i>Melosira varians</i> C. A. AG.				1		1	I
<i>Navicula anglica</i> RALFS			+	1		+—1	II
— <i>cryptocephala</i> KÜTZ.	+				+	+	II
— <i>gracilis</i> EHR.	1		+		1	+—1	III
— <i>placentula</i> (EHR.) GRUN.				+	+	+	II
— <i>platysoma</i> EHR.				+	+	+	II
— <i>radiosa</i> KÜTZ.		+	+		1	+—1	III
— <i>pseudocutiformis</i> HUSTEDT			+		+	+	II
— <i>tuscula</i> (EHR.) GRUN.		+	+		+	+	II
<i>Nitzschia dissipata</i> (KÜTZ.) GRUN.	1					1	I
— <i>linearis</i> W. SMITH	1					1	I
<i>Pinnularia microstauron</i> (EHR.) CLEVE			+	+	+	+	III

A R T E N	Standorte					A	K
	11	12	13	14	15		
Rhoicosphenia curvata (KÜTZ.) GRUN.	1	1		1	+	+—1	IV
Rhopalodia gibba (EHR.) O. MÜLL.	1			+		+—1	II
— gibba var. ventricosa (EHR.) O. MÜLL.	+			+		+	II
Stephanodiscus astraea (EHR.) GRUN.				+	+	+	III
— astraea var. minutula (KÜTZ.) GRUN.	1		+	+		+—1	III

Accidenter: Achnanthes lanceolata BREB., Amphora ovalis var. libyca (EHR.) CLEVE, Amphora perpussilla GRUN., Cyclotella bodanica EULENST., Cymatopleura angulata GREV., C. elliptica var. nobilis HANTZSCH, Cymbella helvetica var. balatonis (GRUN.) CLEVE, C. lanceolata (EHR.) V. HEURCK, Epithemia turgida (EHR.) KÜTZ., Fragillaria Harrisonii W. SMITH, Fr. pinnata var. lancettula (SCHUM.) HUST., Gomphonema angustatum (KÜTZ.) RABENH., Melosira granulata RALFS, Navicula bacillum EHR., N. microcephala GRUN., N. minima GRUN., Neidium dubium (EHR.) CLEVE, N. iridis fo. vernalis REICHELT, Nitzschia angustata (W. SMITH) GRUN., N. hungarica GRUN., N. recta HANTZSCH, N. tryblionella HANTZSCH, N. tryblionella var. debilis (ARNOTT) A. MAYER, Pinnularia microstauron var. Brébissonii (KÜTZ.) HUST., Rhopalodia parallela (GRUN.) O. MÜLL., Synedra ulna (NITZSCH.) EHR. —

TABELLE IV. D.

Schwach wellenbewegte Standorte

A R T E N	Standorte					A	K
	16	17	18	19	20		
Achnanthes minutissima KÜTZ.	+	+	3			+—3	III
Amphora ovalis KÜTZ.	1	+		+	+	+—1	III
— ovalis var. pediculus KÜTZ.	+			+	+	+	III
Caloneis bacillum (GRUN.) MERESCHK.	+			+	+	+	II
— Schumanniana (GRUN.) CLEVE				1	1		I
Cocconeis diminuta PANT.	1			+	+	+—1	III
— pediculus EHR.		1	3	1		1—3	III
— placentula (EHR.)	+		+	+		+	III
Cyclotella bodanica EULENST.				1		1	I
— ocellata PANTOCSEK	1	+	+	1	1	+—1	V
Cymatopleura elliptica (BREB.) SMITH				+	+	+	II
— solea (BRÉB.) W. SMITH				+	+	+	II
— solea var. regula (EHR.) GRUN.				+	+	+	II
Cymbella affinis KÜTZ.	3	3	1	1	1	1—3	V
— cistula (HEMRICH) GRUN.				+	+	+	II
— Ehrenbergii KÜTZ.	+	1				+—1	II
— helvetica KÜTZ.		1			1	1	II
— lacustris (AGARDH) CLEVE	+	+	+	1	1	+—1	V
— lanceolata (EHR.) V. HEURCK				+	1	+—1	III
— parva (W. SMITH) CLEVE	1	1		+		+—1	III
— tumidula GRUN.	1	1				1	II
— ventricosa KÜTZ.	+		+		+	+	III
Diatoma vulgare var. producta GRUN.	+	1	+	+	+	+	IV
Diploneis elliptica (KÜTZ.) CLEVE		1		+		+—1	II
— ovalis (HILSE) CLEVE	+				+	+	II
— puella (SCHUM.) CLEVE				1	1	1	II

A R T E N	Standorte					A	K
	16	17	18	19	20		
<i>Epithemia sorex</i> KÜTZ.		+	+	1	1	+—1	II
— <i>turgida</i> (EHR.) KÜTZ.	1	+	+	+	+	+—1	V
— <i>turgida</i> var. <i>granulata</i> (EHR.) GRUN.	1					1	I
— <i>zebra</i> (EHR.) KÜTZ.	1				+	+—1	II
— <i>zebra</i> var. <i>saxonica</i> (KÜTZ.) GRUN.			+		+	+	II
<i>Fragilaria brevistriata</i> GRUN.	1	1		1		1	III
— <i>brevistriata</i> var. <i>inflata</i> (PANT.) HUST.	+			1		+—1	II
— <i>capucina</i> DESM.	1	+		+	+	+—1	IV
— <i>capucina</i> var. <i>lanceolata</i> GRUN.		+		+		+	II
— <i>construens</i> (EHR.) GRUN.	1			1		1	II
— <i>intermedia</i> GRUN.	1	1			1	1	III
— <i>pinnata</i> EHRENB.	1			1	+	+—1	III
<i>Gomphonema parvulum</i> KÜTZ.	1	1				1	II
— <i>constrictum</i> var. <i>capitata</i> (EHR.) CL.	1	+		+	1	+—1	IV
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (KÜTZ.) RABENH.	+			1		+—1	II
— <i>attenuatum</i> (KÜTZ.) RABENH.	+		+		+	+	III
<i>Mast. Smithii</i> var. <i>amphicephala</i> GRUN.	1			1	1	1	III
<i>Melosira granulata</i> var. <i>angustissima</i> MÜLL.				1		1	I
<i>Navicula bacillum</i> EHR.	+				+	+	II
— <i>cryptocephala</i> KÜTZ.	+				+	+	II
— <i>gracilis</i> EHR.						1	I
— <i>placentula</i> (EHR.) GRUN.	+	+		+	1	+—1	IV
— <i>platysoma</i> EHR.	+			+		+	II
— <i>tuscula</i> (EHR.) KÜTZ.	+			+		+	II
<i>Neidium iridis</i> fo. <i>vernalis</i> REICHELDT				1		1	I
<i>Nitzschia hungarica</i> GRUN.				1		1	I
— <i>tryblionella</i> HANTZSCH				+	+	+	II
<i>Pinnularia microstauron</i> (EHR.) CLEVE	1					1	I
<i>Rhoicosphenia curvata</i> (KÜTZ.) GRUN.		+	1		+	+—1	III
<i>Rhopalodia gibba</i> var. <i>ventricosa</i> (E.) GRUN.			+	3	3	+—3	III
<i>Stauroneis Smithii</i> var. <i>incisa</i> PANT.				1		1	I
<i>Stephanodiscus astraea</i> var. <i>minutula</i> (KÜTZ.) GRUN.	1			+		+—1	II

Accidenter: *Diploneis domblittensis* var. *subconstricta* CL., *Epithemia zebra* var. *porcellus* (KÜTZ.) GRUN., *Eunotia lunaris* (EHR.) GRUN., *Fragilaria virescens* var. *elliptica* HUST., *Gomphonema acuminatum* EHRENB., *G. acuminatum* var. *coronata* (EHR.) W. SMITH, *G. constrictum* EHR., *G. olivaceum* (LYNGB.) KÜTZ., *Gyrosigma distortum* var. *Parkeri* HARRISON, *G. Kützingii* (GRUN.) CLEVE, *Melosira granulata* (EHR.) RALFS; *M. varians* C. A. AG., *M. granulata* var. *angustissima* MÜLL., *Navicula costulata* GRUN., *N. microcephala* GRUN., *N. pelliculosa* (BRÉB.) HILSE, *N. scutelloides* W. SMITH, *Nitzschia dissipata* (KÜTZ.) GRUN., *N. Kützingiana* HILSE, *N. linearis* W. SMITH, *N. tryblionella* var. *victoriae* GRUN., *Pinnularia borealis* EHRENB., *Synedra acus* var. *radians* (KÜTZ.) HUST., *S. capitata* EHRENB.

TABELLE IV. E.
Wellenfreie Standorte

A R T E N	Standorte					A	K
	21	22	23	24	25		
<i>Achnanthes minutissima</i> KÜTZ.				1	1	2	II
— <i>minutissima</i> var. <i>cryptocephala</i> GRUN.				+	+	+	II
<i>Amphipleura pellucida</i> KÜTZ.			1			1	I
<i>Amphora ovalis</i> KÜTZ.	1	1				1	II
— <i>ovalis</i> var. <i>libyca</i> (EHR.) CLEVE				+	+	+	II
— <i>veneta</i> (KÜTZ.)	+		1			+—1	II
<i>Caloneis bacillum</i> (GRUN.) MERESCHK.	+	1		+		+—1	III
<i>Cocconeis diminuta</i> PANT.	+	+	+			+	III
— <i>pediculus</i> EHR.	+	1			1	+—1	III
— <i>placentula</i> (EHRENB.)	+			1	1	+—1	III
<i>Cyclotella ocellata</i> PANTOCSEK		1	2	1	1	1—2	III
<i>Cymatopleura angulata</i> GREVILLE	+		+	+		+	III
— <i>elliptica</i> (BRÉB.) W. SMITH	+	1		1	+	+—1	IV
— <i>solea</i> (BRÉB.) W. SMITH		+		1	1	+—1	III
<i>Cymbella affinis</i> KÜTZ.	+	1	1	1	1	+—	V
— <i>helvetica</i> KÜTZ.		+	1	1		+—1	III
— <i>lacustris</i> (AGARDH) CLEVE			+	+	1	+—1	III
— <i>lanceolata</i> (EHRENB.) V. HEURCK		+		1	+	+—1	III
— <i>prostata</i> (BERKELEY) CLEVE		+	1	1	+	+—1	IV
— <i>ventricosa</i> KÜTZ.		2		1	+	+—2	III
<i>Diatoma vulgare</i> var. <i>producta</i> GRUN.	+			+	1	+—1	III
<i>Diploneis elliptica</i> (KÜTZ.) CLEVE	+		+			+	II
— <i>domblittensis</i> v. <i>subconstricta</i> CL.	+	+				+	II
— <i>oculata</i> (BRÉBISSON) CLEVE	+		+			+	II
— <i>ovalis</i> (HILSE) CLEVE	+	1	+		1	+—1	IV
— <i>puella</i> (SCHUM.) CLEVE	+		+		1	+—1	III
<i>Epithemia sorex</i> KÜTZ.	+	+			1	+—1	III
— <i>turgida</i> (EHR.) KÜTZ.	+	1	+		1	+—1	III
— <i>zebra</i> (EHR.) KÜTZ.	+		+			+	II
<i>Fragilaria brevistriata</i> GRUN.	2	+		2		+—2	III
— <i>brevistriata</i> var. <i>inflata</i> (PANT.) HUST.	1	1	2	+	1	+—2	V
— <i>capucina</i> DESM.	1	1	+	1		+—1	IV
— <i>capucina</i> var. <i>lanceolata</i> GRUN.	1		+	+	1	+—1	IV
— <i>construens</i> (EHR.) GRUN.	2	1	1	1	1	1—2	V
— <i>crotonensis</i> KITON			+		+	+	II
— <i>Harrissonii</i> W. SMITH		1				1	I
— <i>intermedia</i> GRUN.	1		+	2		+—2	III
— <i>pinnata</i> EHRENB.	1	1	1	1	1	1	V
<i>Frustilia vulgaris</i> THWAITES		+	+			+	II
<i>Gomphonema constrictum</i> EHR.				+	+	+	II
— <i>constrictum</i> var. <i>capitata</i> (E.) CL.				+	+	+	II
— <i>olivaceum</i> (LYNGB.) KÜTZ.		1		+	1	+—1	III
— <i>parvulum</i> var. <i>micropus</i> (KÜTZ.) CLEVE			1			1	I
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (KÜTZ.) RABENH.	1	1	1		1	1	IV
— <i>attenuatum</i> (KÜTZ.) RABENH.			1	1		1	II
— <i>distortum</i> (W. SMITH) CLEVE		1		+		+—1	II
— <i>distortum</i> var. <i>Parkeri</i> HARRISSON	1	1	1		1	1	IV
— <i>scalproides</i> (RABENH.) CLEVE	+	1		+	1	+—1	IV
<i>Mast. Smithii</i> v. <i>amphicephala</i> GRUN.		+	+			+	II
<i>Melosira granulata</i> (EHR.) RALFS		+	+			+	III

II. Der Wellenschlag als regelnder Faktor der Verbreitung der Arten und der Zusammensetzung der Assoziation.

Ausser der Studie von ENTZ-SEBESTYÉN (1940) war es das grosszügige Werk von FR. HUSTEDT (1939), welches mich zum Studium der biocönosensformenden Kraft des Wellenschlages anregte. Gelegentlich des Studiums der Bacillariophyten-Flora der Gewässer von Java, Balai und Sumatra schreibt HUSTEDT, dass die kennzeichnendsten Arten des Brandungs- und Spritzwassers im Ranu Klindung *Gomphonema Clevei* var. *javanica*, im Rana-See *Achnanthes minutissima* und *Cymbella turgida*, im Manindjau-See *Gomphonema lanceolatum*, *Cymbella sumatrensis*, *Cymbella tumida*, *Achnanthes minutissima*, *Achn. lanceolata* var. *rostrata*, im Toba-See *Achnanthes lanceolata* var. *rostrata* und *Cymbella cistula* sind.

FR. HUSTEDT schreibt bei der Aufarbeitung des Materials der Sunda-Expedition: „Besondere Arten sind in der Brandungszone der hier untersuchten Seen nicht vertreten, so dass sich die Wirkung der Brandung nur als auslesender und verteilender Faktor innerhalb der Biotope zeigt, während von einer Beeinflussung des Gesamtbildes unserer Flora nicht die Rede sein kann.“ (HUSTEDT, 1939: 352). Diese Auffassung von HUSTEDT hat auch bezüglich des Balatons Gültigkeit.

In den wellenbewegten Zonen des Balatons, selbst an den exponiertesten Molospitzen, kommen keine solchen Arten vor, welche „ausschliessliche“ Arten der wellengepeitschten Biotope wären. In 1—2 Exemplaren sind diese Arten überall aufzufinden. Unsere Pflanzensoziologischen Tabellen (Tab. IV. A—E) und die graphischen Darstellungen (Abb. 2—4, 6—13) zeigen jedoch, dass der Wellengang ein wichtiger verteilender Faktor der Organismen in Lebensraum des Balatons ist.

a) Wellenschlag und Artenzahl. Zwischen der Wellenwirkung und dem Artenreichtum der Standorte besteht ein ausgesprochener Zusammenhang. Der sehr starke Wellenschlag ermöglicht nur sehr wenigen Arten die Lebensbedingungen. Diese Arten leben in grossen Mengen und bilden stellenweise sozusagen Reinkulturen. Die Wellenlosigkeit begünstigt andererseits die Verbreitung von vielen Arten. Das Ausmass des Wellenschlages ist im Balaton ganz extrem verschieden und seine auslesende und verteilende Wirkung daher prägnant merkbar (Tab. II).

Die Zahl der Arten innerhalb der Biocönose nimmt von wellen-

freien Orten über schwach und mässig wellenbewegte Gegenden auf die stark und sehr stark wellenbewegten Biotope zu schreitend ständig ab.

b) Der Epiphyten-Charakter und der Wellenschlag. Ebenso wie die Planktonorganismen durch Schwebearrichtungen, so sind die in der Brandungszone lebenden epiphytischen Kieselalgen, wie z. B. *Diatoma vulgare* var. *producta*, *Cymbella affinis*, *C. prostata*, *Cocconeis pediculus*, *Rhoicosphenia curvata*, *Cymbella lanceolata*, *C. ventricosa*, *Epithemia turgida* u. s. w. durch Haftorganellen charakterisiert. Diese, die epiphytische Lebensweise sichernden Organellen sind Gallertstränge, -Schläuche, -Pölster und -Sohlen. Die Gallertstränge und Schläuche können infolge ihrer Elastizität der mechanischen Einwirkung des Wassers sehr gut widerstehen und die Gallertpölster und Sohlen befestigen mit Hilfe ihrer sehr grossen Oberfläche die Epiphyten an das Substrat.

Der Sturm ist nicht im Stande, die typischen Epiphyten von den Steinen derart abzustreifen, dass diese nackt blieben. Die von den in der wellengepeitschten Zone sich niederlassenden, ständigen und kennzeichnenden Arten gebildeten Assoziationen widerstehen der reissenden Wirkung des Wassers.

Erwähnenswert halte ich noch den Umstand, dass ich am Ufer der von mir untersuchten anderen ungarischen Seen, namentlich des Fertő (Neusiedler-See), des Velenceer Sees und des Szegeder Fehértó, sowie im Ausland am Wörter-See und am Lunzer Unter-See nirgends so charakteristisch ausgebildete Haftorganellen fand, wie an dem aus dem Balaton stammenden Material. Bei den angeführten Seen ist aber auch die Wellenwirkung im Verhältnis zum Balaton verschwindend schwach, fast unbedeutend.

Besonders bei der Analyse des aus dem Lunzer Unter-See stammenden Materials fiel mir auf, dass die Haftorganellen der Kieselalgen schwächer, dünner und feiner sind wie bei den Balatoner Arten. Es muss hier ausdrücklich hervorgehoben werden, dass auch die Wellenbewegung und die Assoziationen bildenden Arten verschieden sind. Die Gallertorganellen der Balatoner Kieselalgen sind dicker, massiver, am basalen Abschnitt breiter wie bei den Arten der weniger wellenbewegten Seen.

Die Biocönose der Kieselalgen des Balaton-Ufers hat einen Flusswassercharakter.

c) Sauerstoffverhältnisse. Der physiologische Charakter und die Wellenwirkung. Auch die physiologischen Gegebenheiten des Wassers eines wellenbewegten Sees sind von jenen des Stillwassers verschieden. Stark bewegte Seen enthalten bei gleicher Zusammensetzung physiologisch mehr Sauerstoff und mehr Nährstoffe als das Stillwasser. Die rasche Strömung und der starke Wellengang eutrophisieren. FR. RUTNER (1940) erklärt dies auf folgende Weise: Im stehenden oder nur langsam sich bewegenden Wasser ist der Körper der Lebewesen infolge des Verbrauches mit einer an Nährstoffen und O_2 ärmeren Wasserschicht umgeben. Diese Wasserschicht legt sich dicht an die Organismen und verhindert oder verlangsamt die Aufnahme von Nährstoffen und des Sauerstoffes. Im rasch strömenden oder stark wellenbewegten Wasser hingegen bildet sich nie diese, den Stoffwechsel hindernde Wasserschicht um den Organismus aus, da diese durch den Wasserstrom im Moment ihres Entstehens sofort weggerissen wird. Auf diese Weise kommt die die Nahrung aufnehmende Oberfläche mit immer neueren und unausgenützten-Wasserteilchen in Berührung.

Die an wellenbewegten Orten gesammelten Kieselalgen können im stehenden Aquariumwasser nur kurze Zeit gedeihen. Infolge der Verminderung des Sauerstoffgehaltes der künstlichen Kulturen gehen sie bald ein. Sie sind sehr sauerstoffbedürftig. Die Leitformen abgeschlossener kleiner Einbuchtungen, schlammiger Uferabschnitte und pfützenartiger Standorte zeigen gelegentlich ihrer Züchtung keine so hochgradige Empfindlichkeit der Verminderung des Sauerstoffs gegenüber und vertragen dieselbe sehr gut. Es kann festgestellt werden, dass die Arten im Verhältnis zur Verminderung des Sauerstoffgehaltes des Zuchtwassers in bestimmter, gleich bleibender Reihenfolge eingehen. Am kürzesten bleiben die an exponierten Molospitzen gesammelten Arten am Leben, während die Glieder der Biocönosen der geschützten Buchten und Winkeln am längsten aushalten. Die am Brandungsufer vorherrschenden Arten bleiben, im fließenden Wasser gezüchtet, bedeutend längere Zeit am Leben als im stehenden Aquariumwasser.

Die Untersuchungen über das Sauerstoffbedürfnis der Kieselalgen hatte ich auf Anregung des Herrn Prof. K. HÖFLER im Pflanzenphysiologischen Institut der Universität zu Wien begonnen. Die Er-

gebnisse dieser Untersuchungen beabsichtige ich in einer anderen Arbeit bekannt zu geben.

Auch die Züchtungsversuche zeigen, dass im Balaton die euoxybionten Arten stark vorherrschen.

d) Die Körpergrösse der Arten und die Wellenwirkung. Auch zwischen der Wellenbewegung der Standorte und der Körpergrösse der dort lebenden Arten ist ein Zusammenhang zu verzeichnen. Die Kieselalgen der Brandungszone sind im allgemeinen gross. Unter den Kieselalgen der wellenfreien Orte findet man bedeutend mehr kleine Arten als an wellenbewegten Standorten.

e) Ökologische und systematische Bezeichnungen zwischen den Biotopen mit verschieden starker Wellenwirkung. An stark, mässig und schwach wellenbewegten Stellen werden die Assoziationen von systematisch mehr oder weniger verschiedenen, aber ökologisch gleichwertigen Arten gebildet. Die exponiertsten Molospitzen sind von systematisch und ökologisch scharf umgrenzten „identischen“ Arten bedeckt. In stillen, wellenfreien Winkeln des Hafens sind die Arten sowohl systematisch als ökologisch sehr verschieden.

III. Ergebnisse der an anderen Punkten des Balatons vorgenommenen Untersuchungen.

Vereinzelte Untersuchungen über die Wirkung des Wellenschlages und die Zusammensetzung der Assoziation hatte ich auch an den exponierten Molospitzen, an offenen Abschnitten des Brandungsufers, sowie in geschützten Einbuchtungen und Winkeln bei Tihany und Balatonfüred vorgenommen. Die Ergebnisse sind in ihren Hauptzügen mit jenen von Siófok übereinstimmend. Je nach der Stärke des Wellenschlages sind auch hier, ähnlich wie in Siófok, mit „häufigen und ständigen“ Arten umgrenzte Assoziationstypen ausgebildet. Die Leitformen waren vollkommen identisch.

IV. Ökologische Gruppierung der Kieselalgen nach der Stärke des Wellenschlages.

Auf Grund der Beispiele können Regeln aufgestellt werden, welche auch für die übrigen Sammelstellen des Balatons Gültigkeit haben.

Bei der Verbreitung der Kieselalgen im untersuchten Gebiete des Balaton müssen wir die Wellenwirkung als einen wichtigen ökologischen Faktor betrachten. Die Kieselalgenarten des Periphytons im Hafen von Siófok können in dieser Hinsicht in drei Gruppen abgesondert werden: 1. wellenbewegte Orte bevorzugend sind: *Diatoma vulgare* var. *producta*, *Cymbella affinis*, *C. prostata*, *Cocconeis pediculus*, *Rhoicosphenia curvata*, *Cymbella lanceolata*, *C. ventricosa*, *Navicula gracilis* und *Epithema turgida*. 2. Schwach wellenbewegte Orte bevorzugend sind: *Rhopalodia gibba* var. *ventricosa*, *Achnanthes minutissima*, *Cymbella parva*, *Mastoglia Smithii* var. *amphicephala*, *Synedra acus*, *Epithemia sorex*, *E. turgida* und *Gomphonema parvulum*. 3. Wellenfreie Biotope bevorzugende Arten sind: *Fragilaria brevistriata*, *Fr. construens*, *Fr. intermedia*, *Fr. inflata*, *Fr. capucina*, *Fr. pinnata*, *Cocconeis placentula*, *Amphora ovalis* var. *pediculus*, *A. perpusilla*, *Navicula tuscula* und *Amphipleura pellucida*.

ZUSAMMENFASSUNG.

Aus dem Ergebnissen der an sehr stark exponierten Molospitzen, an stark, mässig und schwach wellenbewegten und wellenfreien Gebieten vorgenommenen Untersuchungen der Verbreitung der Bacillariophyten geht hervor, dass zwischen der Zusammensetzung, dem Artenreichtum und dem ökologisch-physiologischen Charakter der Biozönosen, sowie der Wellenwirkung ein ausgesprochener Zusammenhang besteht.

Das Optimum einiger Kieselalgenarten des Balaton-Ufers findet sich an den maximal wellenbewegten Standorten, andere Arten hingegen finden gerade an wellenfreien Orten optimale Lebensbedingungen; manche Arten sind jedoch vollkommen indifferent. Letztere kommen vereinzelt überall vor, doch erreichen sie nirgends ein ausgesprochenes Maximum.

Auch nach der Stärke der Wellenwirkung können die einzelnen Kieselalgenassoziationen gut gekennzeichnet werden. Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Stärke der Brandung, sowie der Zahl der vorkommenden Arten und deren ökologischen Charakter. Je stärker der Wellenschlag an einem Uferabschnitt ist, umso geringer ist die Zahl der sich ansiedelnden Bacillariophyten-Arten und umso auffällender die Anpassung an die epiphytische Lebensweise. Die Arten der Brandungszone sind durch gut ausgebildete Haftorganellen und hohen Sauerstoffbedarf gekennzeichnet.

Ebenfalls der Wellenwirkung kann es zugeschrieben werden, dass sich zwischen den typischen Mitgliedern des Periphytons auch zahlreiche Plankter und schlammbewohnende Kieselalgen finden.

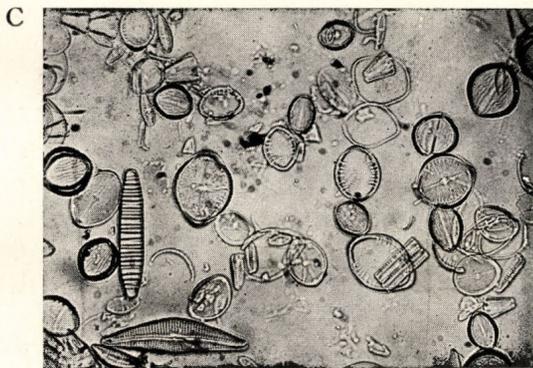
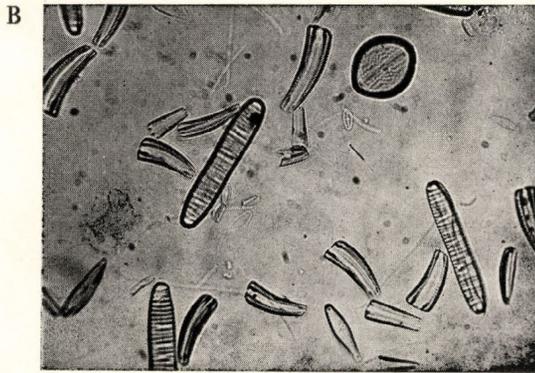
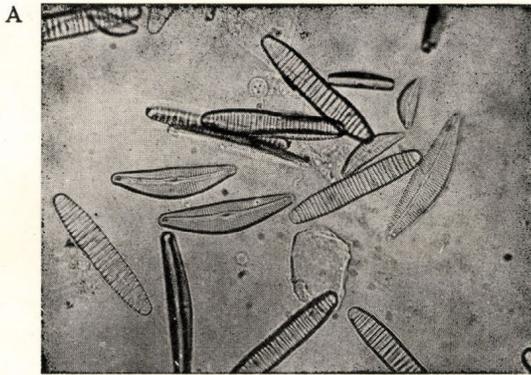
Es zeigt sich also, dass die Feststellung von ENTZ-SEBESTYÉN (1940: 131—135), wonach der individuelle Charakter des Balatons in seinen Hauptzügen durch den Wind bestimmt wird, auch für die Bacillariophyten-Flora der Balaton-Ufers Gültigkeit besitzt.

SCHRIFTTUM.

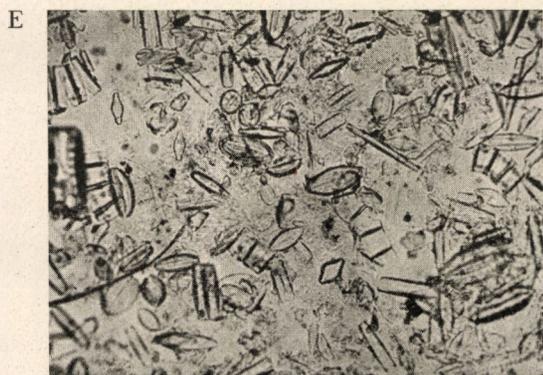
- BEHRLE, K. u. WEHRLE E. (1942): *Arch. f. Hydrobiol.* **39**.
 BUDDE, H. (1932): *Arch. f. Hydrobiol.* **24**, 187—252.
 BRAUN-BLANQUET J. (1921): *Prinzipien einer Systematik der Pflanzengesellschaften auf floristischer Grundlage*. Jahrb. St. Gall. Naturw. Gesell.
 BRAUN-BLANQUET J. (1928): *Pflanzensoziologie Grundzüge der Vegetationskunde*, Berlin.
 CHOLNOKY, B. (1924): *Folia Cryptogamica*. 5—24.
 „ (1929): *Internat. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrograph.* **22**, 313—345.
 „ (1939): *Arch. f. Hydrobiol.* **26**, 207—254.
 CHOLNOKY, J. (1897): *BBTE** I. 2. 1—119.
 DEFANT, A. (1929): *Dynamische Ozeanografie*, Berlin III.
 CSEGEZY, G. (1938): *MBKM** Tihany* **10**, 429—59.
 „ (1938): *MBKM. Tihany* **10**, 424—428.
 ENTZ-KOTTÁSZ-SEBESTYÉN (1937): *MBKM.* **9**, 1. 1—144.
 ENTZ-SEBESTYÉN (1940): *MBKM.* **12**, 1—169.
 „ „ (1942): *A Balaton élete. Term. Tud. Társ. Budapest.*
 FRANCE, R. (1894): *Földt. Közl.* **24**, 111—147.
 GALLIK, O. (1926): *Arch. Bal.* **1**, 115—128.
 „ (1930): *Fol. Crypt.* **7**, 743—748.
 HUSTEDT, FR. (1930): *Bacillariophyta in A. Pascher Süßwasser Flora. H.* **10**.
 „ (1927—): *Die Kieselalgen. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora Deutschlands etc.* VII—
 „ (1939): *Arch. f. Hydrobiol. Suppl.* **16**.
 „ (1942): *Internat. Rev.* **42**, 1—252.
 „ (1943): *Internat. Rev.* **43**, 124—197.
 ISTVÁNFFI, GY. (1897): *BTTE.* II. **2**, 1—140.
 KANN, E. (1933): *Internat. Rev.* **28**,
 „ (1940): *Arch. f. Hydrobiol.* **37**, 177—269.
 KOL, E. (1938): *MBKM.* **10**, 154—160.
 KÖLKWITZ, R. (1941): *Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. H.* **8**. 356—366.
 KÖLKWITZ, R.—TÖDT, F. (1941): *Einfache Untersuchungen von Boden und Wasser.* (G. Fischer, Jena).

* BTTE = Ergebn. Res. wiss. Erforsch. Balatonsees.

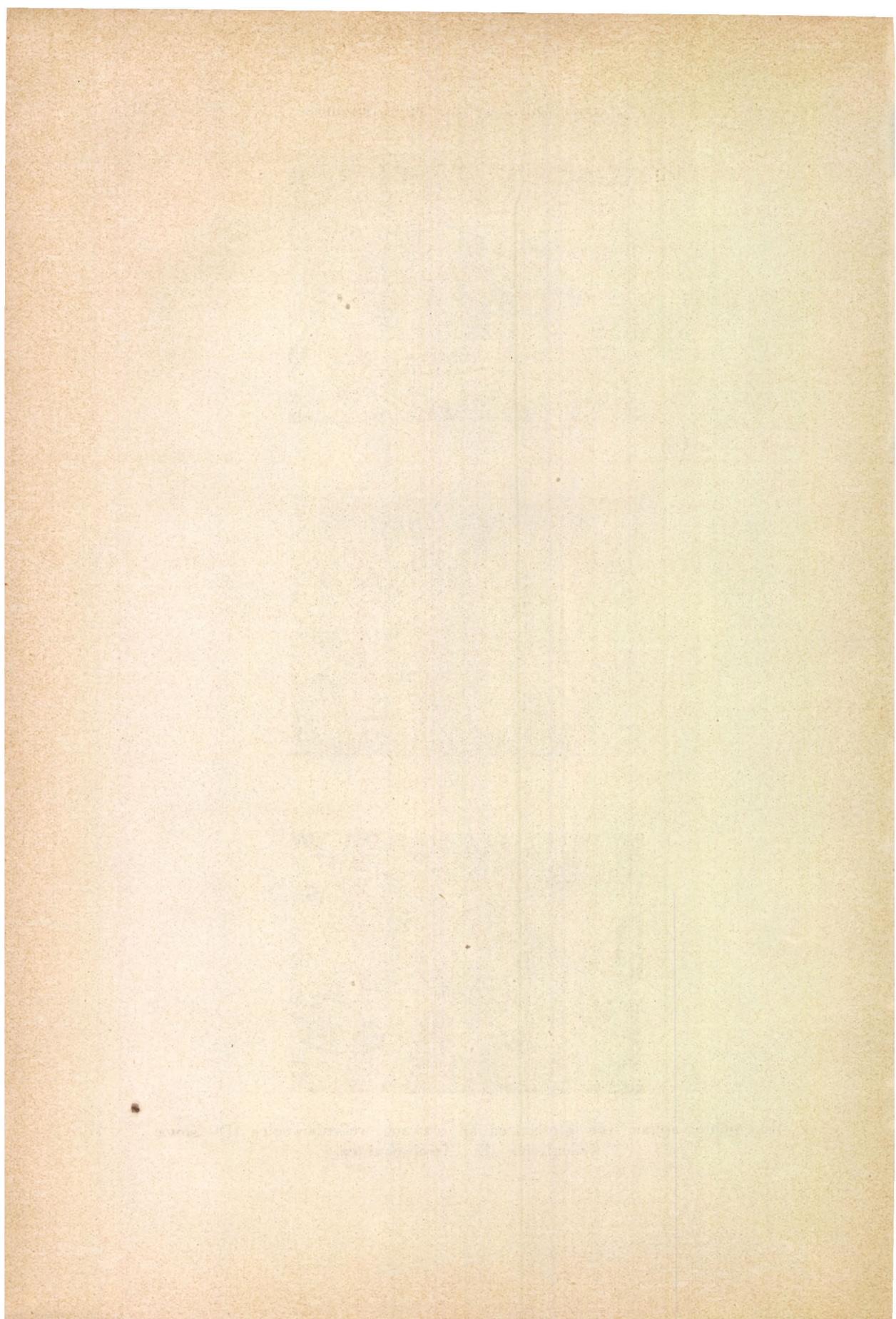
** MBKM = Magyar Biol. Kut. Munk.



Mikrophotographien von Kieselalgen an sehr stark (A), stark (B) und mässig (C) wellenbewegten Uferabchnitten.



Mikrophotographien von Kieselalgen an schwach wellenbewegten (D), sowie wellenfreien (E) Uferabschnitten.



- LAUTERBORN, H. (1922): *Mit. Bad. Land. Naturk. N. F.* 1.
LEDEBUR, J. (1939): *Ergeb. d. Biol.* 16, 173—261.
MESCHKAT, A. (1933): *MBKM.* 6, 93—103.
" (1934): *MBKM.* 7, 154—169.
" (1934): *Arch. f. Hydrobiol.* 27, 436—517.
" (1935/36): *MBKM.* 8, 101—105.
MIHÁLYI, F. (1935/36): *MBKM.* 8, 241—246.
PANKIN, W. (1941): *Bibl. Bot.* 119, 1—161.
RAINERI, R. (1931): *MBKM.* 4/1, 279—290.
RUTTNER, F. (1940): *Grundriss der Limnologie, Berlin.*
SCHERFFEL, A. (1934): *MBKM.* 132—134.
" (1930): *Fol. Crypt.* 1, 750—766.
SCHROEDER, H. (1939): *Pflanzenforschung.* H. 21, 1—88.
STILLER, J. (1932): *Allat. Közl.* 29, 33—42.
" (1942): *Arch. f. Hydrobiol.* 313—435.
SZEMES, G. (1939): *MBKM.* 11, 229—313.
" (1941): *MBKM.* 13, 224—258.
" (1947): *Borbásia.* 7, 70—121.
" (1948): *Arch. Biol. Hung.* 18, 256—263.
THIENEMANN, A. (1939): *Arch. f. Hydrobiol.* 35, 267—285.
THOMASSON, M. (1925): *Abderhaldens Handbuch d. biol. Arb.* IX., 2, 224—25: