

ERGEBNISSE DER BALATON-FORSCHUNG DER LETZTEN FÜNFZEHN JAHREN 1946—1960

OLGA SEBESTYÉN

Eingegangen: 23. März 1962.

Einleitung
Alter des Balatons und seine limnische Entwicklung
Hydrologie
Allgemeine Zusammenfassungen
Der Balaton als Umwelt
Algen-Flora
Faunistik
Uferregion
Fische, Fischereiwesen
Nahrungskreislauf; Stoffumsatz; Produktion
Einströmende Gewässer
Kis-Balaton (Klein-Balaton)
Umgebung des Balatons
 Halbinsel von Tihany
 Hévízer See
Methodik
Verunreinigen. Hygienische Verhältnisse
Forschungsgeschichte
Zusammenfassung
Schrifttum

Einleitung

Im zusammenfassenden Werk „Das Leben des Balatonsees“ (ENTZ—SEBESTYÉN 1946) finden wir bei der Skizzierung des limnologischen Profils des Sees bis einschliesslich 1946 jene Fachliteratur aufgearbeitet, welche zur Wiedergabe dieses Bildes notwendig erschien.

In der Abhandlung „Die Dreissigjährige Balaton-See-forschung im Biologischen Forschungsinstitut zu Tihany“ (SEBESTYÉN 1958) ist ein besonderes Kapitel den in den Jahren 1947—1957 veröffentlichten Erfolgen gewidmet. Verfasserin beschrieb in grossen Zügen in ökologischer Gruppierung die Probleme der Balatonforschung, skizzierte kurz die in Tihany erzielten (S. 15—19), ferner die von Tihany unabhängigen Forschungsergebnisse (S. 22—23) und wies auch auf die Mängel hin (S. 19—20). In der Sitzung der Hydrobiologischen Kommission der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom Mai 1961 berichtete Verfasserin über die in den Jahren 1958—60 mitgeteilten Ergebnisse der Balatonforschung (SEBESTYÉN 1961). Der Inhalt dieses Manuscriptes ist in die nachstehende Zusammenfassung eingebaut, welche sich im limnobiologischen Aspekt, in übersichtlicher Gruppierung eingehender mit den

Ergebnissen der Balaton-Forschung der letzten 15 Jahre (1946—1960) befasst und gleichsam unsere in 1946 mitgeteilten Kenntnisse bezüglich des Balaton ergänzen soll.

Alter des Balaton und seine limnische Entwicklung

Wie bekannt, hatte L. LÓCZY sen. im Rahmen der Forschungen der Balaton-Kommission der Ungarischen Geographischen Gesellschaft auf geologischer Grundlage angenommen, dass die lokalen tektonischen, zu Beginn des Pleistocöns entstandenen Senkungen sich am Schlusse dieser Periode zum heutigen Becken des Balatonsees vereinigt hätten (S. 515 LÓCZY).

LÓCZY erkannte aus den Feststellungen der Abrasionterassen sowie durch Analyse des Bohrungsmaterials auch die grossen Änderungen des Wasserbeckens. Er setzte die Entstehung der zu seiner Zeit eröffneten Torfschichten in die Zeit zu Beginn des Holocöns.

Im Anfang der vierziger Jahre entdeckten Geographen in der Umgebung des Sees auch solche Abrasionterassen, welche LÓCZY nur vermutete. Durch geomorphologische Studien der Abrasions Terrassen und Lössbildungen kam man zur Folgerung, dass die Becken sich im Riss—Würm Interglacial gebildet haben dürfte (BULLA 1943, KÉZ 1943, 1943a).

Es ist bekannt, dass sich in Ungarn, besonders wertvolle Anzeichen der Ereignisse des Quartärs vorfinden.

Die modernen, auf die Aufdeckung der historischen Vergangenheit, der Veränderungen und Entwicklung der Pflanzendecke Ungarns gerichteten Untersuchungen haben mittels der sicheren Methoden der Pollenanalyse und Statistik die Aufeinanderfolge des Klimawechsels im Quartär nachgewiesen (ZÓLYOMI 1952, 1953). Diese Untersuchungen haben auch — und zwar keinesfalls zufällig — reiche Ergebnisse bezüglich der Entstehungszeit des Balatons und seiner bisher im Detail noch unbekanntem limnischen Entwicklung gezeitigt. „Die Eiszeiten des Pleistocöns übten nämlich selbst auf die ungarischen — weiter von der Vereisung entfernten — sogenannten pseudoperiglazialen Gebieten einen entscheidenden Einfluss auf das Klima und so auch auf die Vegetation aus“ (ZÓLYOMI 1953, 367).

„Da den Klimaveränderungen im Quartär eine entscheidende Bedeutung zukommt, und diese in den Veränderungen der Vegetation gut widerspiegelt werden, sind die in den im Wasser abgelagerten Sedimenten vorkommenden fossilen Pollen, welche die grosse regionalen Vegetationsveränderungen anzeigen, die am zahlreichsten und am allgemeinsten verbreiteten alterbestimmenden Reste“ (ZÓLYOMI 1953, S. 400). „Auf Grund der bisher aufgearbeiteten Bohrungen auf pollenanalytischer Grundlage als bewiesen gelten, dass der Balaton erst am Ende des letzten Glazial, nach dem Maximum des Würm III vor etwa 15 000—20 000 Jahren entstanden ist“ (ZÓLYOMI 1953, 403).

Zólyomi unterscheidet in der Geschichte des Sees etwa 10 limnische Fazies, parallel mit der Gestaltung der Pflanzendecke bzw. des Klimas. In der letzten Epoche hat sich das jetzige mittlere Wasserniveau bereits gebildet (für diese Epoche charakteristisch sind Bodenerosion, Getreidearten, Waldrodungen. Kieferanpflanzungen). Das Pollendiagramm zeigt jedoch kein Bild der neuesten Veränderungen, da der Wellenschlag und die Strömungen die obersten Sedimentschichte fortlaufend stören.

Aus diesen Studien und den damit zusammenhängenden Diskussion (ZÓLYOMI 1953, 414—430) erhellt, dass die unabhängig von einander, unter von einander abweichenden Gesichtspunkten der verschiedenen Wissenschaftszweige mit verschiedenen Methoden durchgeführten Untersuchungen keine eindeutige Antwort bezüglich des Alters des Balaton erteilen konnten. Zwischen der pollenanalytischen und geomorphologischen Altersbestimmung beträgt der Unterschied einige Zehntausende, zwischen der vorigen und der durch SÜMEGHY vertretenen geologischen Auffassung einige Tausende von Jahren. Offenbar ist diese Abweichung zum Teil auch darauf zurückzuführen, dass ein Auseinanderhalten der Entstehung des Beckens und des Sees selbst zweckmässig erschiene. Die diesbezügliche Fachliteratur beweist jedenfalls, dass das Problem des Alters des Balaton heutzutage erfreulicherweise in den Vordergrund gerückt ist.

„... Die Lösung der aufgeworfenen Fragen kann jetzt nicht mehr allein von der einen oder allein von der anderen Forschungsrichtung erwartet werden sondern von sämtlicher gemeinsam. Eben deshalb ist es unumgänglich und unverzüglich notwendig, die geologischen..., die geographischen..., die geobotanischen (pollenanalytischen) und limnologischen Forschungen in einheitlicher Richtung einer Lösung in komplexer Form zuführen. Es ist also notwendig, den Forschungsplan aller dieser Wissenschaften in diese Richtung auszudehnen und den Einklang und die Übereinstimmung ihrer Gesichtspunkte herzustellen“. (ZÓLYOMI 1953, S. 429—430.)

Vom Gesichtspunkt der Kenntnis des Seelebens ist jene Tatsache von grosser Bedeutung, dass die pollenanalytischen Forschungen die klimatischen Veränderungen der Quartärzeit und im Zusammenhang damit die im limnologischen Aspekt des Balaton eingetretenen verschiedenen Veränderungen unter Hinweis auf eine „polycyclische Entwicklung des Sees“ (BULLA's Bezeichnung) eröffnet hatten. In der Tat ist es an der Zeit, um durch Untersuchung der sonstigen Mikrofossilien der Bohrungen (Chitinreste, Kieselpanzer, Schwammnadeln usw.) die Entstehung und Entwicklung der heutigen Lebewelt des Sees aufzuklären.

Niemand kann die Notwendigkeit derartiger Untersuchungen besser verstehen, als die Limnologen und wird die Verwirklichung solcher Pläne wesentlich dadurch erleichtert, dass die vorhandenen Stoffe der Bohrungen dazu herangezogen werden können.

Hydrologie

Zur planmässigen und institutionsmässigen Sicherung der hydrologischen Forschung in staatlicher Beziehung errichtete die Regierung im Jahre 1952 das Forschungsanstalt für (wissenschaftliche) Wasserwirtschaft, Budapest als ein zeitgemässes Glied der auf eine grosse Vergangenheit zurückblickenden mit auf unser ganzes Land ausgedehntem Wirkungskreis beauftragten hydrologischen Institutionen darstellt.

Da der Balaton unter den Oberflächengewässern unseres Landes von mehreren Gesichtspunkten aus betrachtet eine hervorragende, sozusagen besondere Stellung einnimmt, beschäftigt sich diese Forschungsanstalt für Wasserwirtschaft im Rahmen ihrer Arbeit auch intensiv mit zum Erkennen der Hydrographie usw. vorgenommenen Forschungen unseres Sees. Unter den

in der Fachliteratur mitgeteilten Ergebnissen findensich viele, welche auch vom limnologischen Gesichtspunkt aus gut verwertbare, grundlegende Kenntnisse vermitteln, auf welche wir uns beim Erkennen der aquatischen Lebensraum des Balaton sicher verlassen können. Die Forschungsanstalt hat die Benützung ihres, im Jahre 1956 im Gebrauch genommenen Forschungsschiffs „Balaton“ bereitwilligst und uneigennützig zugestanden und hat unser Institut zu Tihany dieses Schiff seither wiederholt in Anspruch genommen.

Eine andere, sich mit hydrologischen Problemen befassende Institution, ist die Ungarische Hydrologische Gesellschaft; durch die mit dieser hergestellten und allmählich vertieften Verbindung hat das Erkennen der biologischen Verhältnisse des Balaton einen neuen Aufschwung gewonnen. Diese Verbindung findet ihre Verwirklichung darin, dass im Rahmen dieser Gesellschaft einerseits im Jahr 1949 ein, die Limnologen des Landes vereinigendes Organ, die Limnologische Sektion zustandekam und die Gesellschaft andererseits seit 1950 mehrere Balaton-Enqueten veranstaltete, bei welchen die verschiedenen, von volkswirtschaftlichem Gesichtspunkt als auch von dem der Volkswohlfahrt wichtigen Probleme zur Erörterung gelangten.

Der Tätigkeit dieser Enqueten, zu welchem unser Institut zu Tihany stets beigezogen wurde und an welchen es auch durch Vorträge sich aktiv beteiligte ist es in erster Linie zu verdanken, dass der Balaton-See auch hinsichtlich der limnologischen Forschung sich dem Auge, des Forschers als ein hervorragender Faktor unseres nationalen Lebens in verschiedenen Beziehungen darbiete und nicht bloss ein, von limnologischen und volkswohlfahrtlichem Gesichtspunkte aus interessantes Forschungsobjekt bedeute.

An dieser Stelle möchte ich auf die auf den Balaton bezogenen Erfolg; der im engeren Sinn genommenen hydrologischen Forschungen mich nicht ausbreiten und will nur einige erwähnen. So z. B. K. FAZEKAS 1953, 1959 Gy. JOLÁNKAI 1953; K. SZESZTAY 1959, 1959a); „Die Wasserwirtschaftliche Aufgaben des Balaton 1953 u. s. w. (Siehe noch Hydrologische Bibliographie 1961!).

Mittlere Wasserbilanz vieler Jahre des Balatons und die die Bilanz kennzeichnenden Hauptdaten
(Aus SZESZTAY 1959, Tabelle I. und II.)

- F_t = Oberfläche = 0,6 Tausend km^2
 F_v = Einzugsgebiet = 5,2 Tausend km^2
 C = auf den See fallende jährliche Niederschläge = 630 mm bzw. in ständigen Wasserstrahlen = $12,2 \text{ m}^3/\text{sec}$
 H = jährlicher durchschnittlicher Zufluss 880 mm bzw. in ständigen Wasserstrahlen $18,0 \text{ m}^3/\text{sec}$
 P = Verdunstung von der Seeoberfläche 870 mm bzw. in ständigen Wasserstrahlen $16,8 \text{ m}^3/\text{sec}$
 L = jährl. druchschnittlicher Abfluss (Überfließen) = $(H + C - P) = 640 \text{ mm}$ bzw. $12,4 \text{ m}^3/\text{sec}$
 R = jährl. durchschnittlicher Wasserumsatz = $(C + H) = (P + L) = 1510 \text{ mm}$ bzw. $29,2 \text{ m}^3/\text{sec}$
 V = Wassermenge des Sees = $2,0 \text{ km}^3$
 M_I = Zusammensetzung der Speisung = $H : (H + C) = 0,58$
 M_{II} = Menge des Durschflusses = $L : H = 0,72$

$$M_{III} = T = \text{durchschnittliche Dauer des Wasseraustausches} = V : R = \\ = V : (H + C) = 2,2 \text{ Jahre}$$

$$M_{IV} = \text{Geschlossenheit des Wassersystems} = F_t^* : F_t = 2,88^{**}$$

Allgemeine Zusammenfassung

Die Arbeiten von SEBESTYÉN (1957) und B. ENTZ (1959) geben, im Rahmen der verständlichen Wissenschaft eine lehrreiche, kurz gefasste Übersicht über den See, indem sie den Zusammenhang zwischen der Lebewelt und der Umwelt vor Augen halten. Letzterer ist auch die Einwirkung dieses Umstandes auf die Zukunft des Sees berührt.

L. ADÁM (1957) betrachtet in seinem Werk den See nur als ein hydrographisches Objekt.

Hier sollen noch zwei mit den modernen Gesichtspunkten der biologischen Balatonforschung sich befassenden kurze Abhandlungen erwähnt werden (O. SEBESTYÉN 1948, 1950), welche auch auf die zu jener Zeit bevorstehenden Aufgaben hinweisen. Der letztere, erst noch als Manuskript vorhandene Text eröffnet, ebenso, wie die oben erwähnte Mitteilung (1957) der Verfasserin kurz auch die Prinzipie des Lebens im Wasser beziehungsweise den engen Zusammenhang zwischen der Umwelt und der im aquatischen Lebensraum sich abspielenden Lebenserscheinungen.

Der Balaton als Umwelt

Aus der umfassenden Studie von A. ZÁCH (1952) erhellen die zwischen den seichten Balaton mit seinem ausgebreiteten Wasserspiegel und den meteorologischen Verhältnissen seiner Umgegend bestehenden vielfältigen Zusammenhänge. Es scheint zweckmässig, diese Studie etwas eingehender zu besprechen. Der Autor stellt darin fest, dass der Balaton eigentümliche besondere Witterung und Klima besitzt und führt seine Feststellung näher aus. Vom ökologischen Standpunkt betrachtet und in Verfolgung der Daten und Erörterungen könnten wir seine Feststellung auch so formulieren, dass wir aus seiner Zusammenfassung das Klima des Sees — worunter die umweltgestaltenden Eigenheiten des Wassers, als Lebensraum zu verstehen sind —, die hervorrufenden meteorologischen Faktoren, ferner den auf die Umwelt ausgeübten Einfluss der Witterung kennen lernen.

Im nicht einheitlichen Klima unseres Landes gehört der Balaton zu zwei, scharf von einander abweichenden klimatischen Gebieten. Der westliche Teil ist kühler, windiger, niederschlagsreicher, mehr bewölkt und geniesst weniger Sonnenschein, als der östliche Teil.

Aus der langgestreckten Form und Lage des Sees ergeben sich Verschiedenheiten der Witterung auf den Gebieten des nördlichen und südlichen Ufers.

* Dieser Index zeigt an, auf ein Wievielfaches die tatsächliche Wasserfläche erhöht bzw. vermindert werden müsste, um den See und sein Einzugsgebiet zu einem geschlossenen System zu gestalten.

** F_t = Oberfläche im Zustand eines geschlossenen Wassersystems (im Falle, dass $L = 0$) = 1730 km².

Dieser Unterschied zwischen den Wasserflächen des „oberen (NW)“ und „unteren (SO)“ Ufers wirkt bereits auf die Ausgestaltung der Umwelt ein.

Wenn auch das Windklima des Balatons — wie der Autor bemerkt, — in seinen Einzelheiten noch nicht aufgearbeitet ist, so vermag der Leser doch eine vorzügliche Übersicht über die Windverhältnisse gewinnen, welche, — wie bekannt, — dem Bilde des Balatons als limnologischer Einheit, charakteristische Züge aufdrücken.

Zum Verhältnis der Gestaltung der aquatischen Umwelt des Balatons müssen wir die Grenzen des Sees überschreiten. Der Umstand, dass das Bakony-Gebirge den Weg der in Ungarn vorherrschenden nordwestlichen Windrichtungen kreuzt, bringt die für den Balaton kennzeichnenden plötzlich auftretenden Föhn-artigen Winde zustande. Zu Anfang hemmt nämlich dieses Gebirge die einflussende Luftströmung, doch gelangt diese dann mit erhöhter Geschwindigkeit, stossweise an den See. Der Wind trifft in seiner grössten Stärke die Seemitte. Am nördlichen Ufer besteht noch ein gewisser Windschatten, doch tobt der Wind dann ziemlich heftig an der südlichen Uferseite und wird erst gegen die somogyer Berge hin gehemmt (von oben, von den Bergen kommenden sog. Hauptwind, (heisst auch) der Wind von Vázsony.

(Diese Föhn-artige Luftströmung bringt auch Fata-Morgana ähnliche Erscheinungen zustande, weil die infolge der Seichtigkeit des Sees darüber sich stark erwärmende Luftschicht, mit den eintreffenden kalten Luftströmung zusammenstossend abweichende Strahlenbrechung hervorruft.)

Der dem stossweisen Charakter des Föhns zuzuschreibende Wellenschlag ist auch in dem, in seiner Viskosität verminderten sommerlichen Wasser stärker.

Der gefürchtete und vor Ausbildung eines entsprechenden meteorologischen Dienstes sehr viele Todesopfer erfordernde Balaton-Sturm entsteht durch den aus einer Entfernung von mehreren 100 km (im Winter aus polaren, im Sommer aus nördlichen oder mittel-atlantischen Gegenden) eintreffenden und zu 75% Nord—West Wind. Heute kann dieser bereits rechtzeitig vorhergemeldet werden.

Die auf kleinere Gebiete beschränkten lokalen Gewitter können nicht vorher angezeigt werden.

Bei ruhigem Wetter wird der schwache Uferwind durch den Temperaturunterschied der über der Wasserfläche und dem Festland lagernden Luftschichten hervorgerufen. Nachts, wenn die Luft sich über dem Festland rascher und stärker abkühlt, strömt der Wind gegen den See zu, bei Tage bläst er von der langsamer und sich schwächer erwärmenden Seefläche gegen das Festland hin.

Heute wissen wir, dass die Schwingungen der Wasserfläche (Seiches) stets durch die Einbruchsfronten und den aus diesen hereinbrechenden Stürmen vorgerufen werden und dass die Unterschiede des Luftdruckes in der Entstehung dieser Erscheinungen keine Rolle spielen.

Der Balaton und seine Umgebung und besonders die Somogyer Uferseite sind die trockensten Gebiete West-Ungarns. Eine Abweichung hinsichtlich der Niederschläge findet sich nicht allein zwischen dem östlichen und westlichen Seeteil, sondern auch, — als Auswirkungen des Föhns — zwischen der nördlichen und südlichen Uferseiten. Die mittlere Niederschlagsmenge ist am Nordufer um nahe 100 mm grösser, als in Somogy. Die Menge der Niederschläge kann bei nördlicher Luftströmung auch durch den Umstand

erhöht werden, dass die Intensität der Verdunstung in den südlichen seichten Teilen des Sees sowie in den südlich vom See sich erstreckenden Röhrichte am stärksten ist.

Die Bewölkung sammelt sich hauptsächlich über den erwärmten nördlichen und südlichen Uferteil. Die niedrigere Temperatur der Wasserfläche erregt gegenüber dem, den See umgebenden Festlandsgebiet, wo die Erwärmung stärker ist, ein Sinken und Zerstreuen der Wolkendecke. Die Klarheit des Himmels über dem Wasserspiegel ist auch bezüglich der Strahlung vorteilhaft. Die Ultraviolett-Strahlung ist die hohen Berge ausgenommen — über dem See und seiner Umgebung stärker, als in jedem anderen Teil Ungarns.

Die im Wasser verstaute Wärmemenge hat infolge der Seichtigkeit des Sees kaum einen Einfluss auf die jahreszeitliche Temperaturbildung, vermag jedoch die tageszeitlichen Temperaturverhältnisse zu beeinflussen.

Die Eisbildung setzt früher, als in fließenden Gewässern ein. Infolge der launenhaften Witterung kann es in demselben Winter öfters zu einem Eisgang kommen. Ein Auftauen der Eisdecke wird zumeist durch den Nordwind und seltener durch die Sonnenwärme hervorgerufen.

Speziell mit den Eigenheiten der aquatischen Umwelt befassen sich mehrere Studien. Zeitlich und dadurch, dass die Verhältnisse vom Zeitpunkte der Abkühlung, über die Zeit der Kaltwasserperiode bis zur Wiedererwärmung (von Ende September 1948 bis Anfang April 1949) zum Gegenstand des Studiums genommen wurden, ist die Studie von B. ENTZ (1949—50) die erste diesbezügliche Arbeit. Die hinsichtlich der Temperatur, Lichtverhältnisse, pH, gelöste organische Stoffmengen aufgearbeiteten Proben geben Aufschluss über die sowohl im ruhigen, als auch im stürmisch aufgewirbelten Wasser herrschenden Verhältnisse. Die Temperatursangaben zeigen die Kennzeichen der seichten Seen der gemässigten Zone und spiegeln auch den jährlichen Witterungsverlauf wieder. Die Abkühlung kommt, sich stufenweise verringernd, dem Gefrierpunkt nahe. Die Erwärmung erfolgte in der Untersuchungsperiode plötzlich. Die Temperatur des Wassers erhöhte sich im Laufe eines Monats von 2,7 C° auf 20 C° gleichmässig verstaute Wärmemenge entspricht 36.10¹² Kalorien. Die Daten bezüglich des Mangels an Temperaturschichtungen bekräftigen die früheren Feststellungen und ebenso verhält es sich auch mit den Ergebnissen der Untersuchungen der Sauerstoffverhältnisse. Das Wasser ist mit O₂ gesättigt, ja sogar übersättigt. Der Sättigungsgrad steigert sich bis zum Aufbrechen der Eisdecke, und sinkt von da an wieder herab. Gelegentlich des Auftauens kam sogar der Fall vor, dass das tiefe Wasser an O₂ reicher war, als die oberen Schichten. Der tageszeitliche Wechsel war im ruhigen Wasser ausgesprochener, als bei Sturm. — Im Gebiete des an Bewuchs reichen faulen Schilfes waren die O₂-Werte in den Tagestunden höher als im freien Wasser. Im Inneren von Fischschwärmen war eine ausgesprochene Verminderung des O₂-Gehaltes festzustellen (Biologische Wirkung).

Hinsichtlich der Lichtdurchlässigkeit bzw. Trübung des Wassers sind die SECCHI-Werte und PUFLICH-schen photometrischen Daten mit einander parallel. Die pH-Werten zeigen vom Herbst bis zum Frühjahr eine schwache Verminderung. Zwischen den pH-Werten und der Temperatur sowie der Geschwindigkeit der Sedimentierung konnte eine Parallelität beobachtet werden. Ein Zusammenhang zwischen der Menge der gelösten organischen Stoffe und den sonstigen Faktoren war nicht festzustellen (mittlerer O₂-Verbrauch — 2,5 mg/Liter (mit Grenzwerten 1,6 und 3,2 mg/Liter).

Bei ausserordentlich niedrigem Wasserstand im Herbst 1949 (SEBES-TYÉN—ENTZ—FELFÖLDY 1951) stieg der Gesamtsalzwert an. Dies führt B. ENTZ auf die Wirkung von Verunreinigung und Eindunstung und nicht auf Rückwirkung von biologischen Vorgängen zurück.

Die Analysen der in den nachfolgenden Jahren zwei Sommer (1950 und 1952) hindurch von verschiedenen Gebieten des offenen Balatons sowie in der Mündung einiger einflussenden Bäche (von Füzö bis Keszthely) entnommenen Proben beweisen, dass die Verhältnisse bezüglich Temperatur, pH, und O₂ ziemlich konstant sind. Die Wasserproben aus Ufernähe weisen gegenüber denjenigen aus dem offenen Wasser extreme Werte auf und zwar teils niedrigere, teils höhere Werte. Auf dieser Grundlage unterscheidet der Autor (B. ENTZ 1953) in chemischer Hinsicht vier Haupt-Typen, u. z.:

1. Mündung von Bächen, und des Zala-Flusses.
2. Der offene See.
3. Das seichte Wasser der sandigen Uferbank der somogyer Seite.
4. Röhrichte und ufernahe sumpfige Teile hinter den Röhrichten.

Aus einer methodologischen Arbeit ist zu entnehmen, dass das Uferwasser von dem des offenen Wassers hinsichtlich des Al-Gehaltes ebenfalls abweicht. Beide Werte sind bedeutend niedriger, als die früheren Daten anderer Autoren (B. ENTZ 1958).

Einen Einblick in das bisher wenig untersuchte Winterleben des Balatons gewinnt man aus Zusammenhang der Eisstruktur mit biologischen Erscheinungen (ENTZ—LUKACSOVICS 1957). Die Gasinkclusionen des Uferseises sowie die Anordnung solcher Schichten spiegelt den tageszeitlichen Rhythmus der Assimilation von Makrophyten wieder. Eine Analyse weist darauf hin, dass ein Teil dieser Gasinkclusionen biogen ist. Das Fehlen von Gasblasen im Eise über tieferen Stellen kann — wenn nicht durch ein Fehlen von Makrophyten — auch dadurch erklärt werden, dass unter verstärktem Druck (3,5 m Tiefe!) sich der durch Assimilation freigewordene O₂ vollständig löst. Die auffallende Steigerung des O₂-Gehaltes im Wasser unter der Eisdecke weist auf eine, auch zur Winterszeit intensive Produktion hin, welche Erscheinung noch des Weiteren zu untersuchen wäre.

Besonders charakteristische Erscheinungen sind in unserem See die Bildungen von eisfreien runden Flecken, den sogenannten „Heves“, deren Wesen bereits von der Balaton-Kommission erkannt wurde. B. ENTZ (1960) befasst sich fortlaufend mit der Untersuchung der infolge des Gasaufluges entstehenden eisfreien Flecken und misst auch die vom Grund aufbrechenden Gasmengen (bei Kereked 3—4 Liter CO₂/sec.) Er bringt auch als erster Photoaufnahmen der „Heves“.

Bei einem Vergleich der beim Aufbruch entrinnenden und der zur Oberfläche aufsteigenden Blasen findet man Unterscheide (Der grösste Teil der Kohlensäure wird beim Emporsteigen der Gasen vom Wasser verschlungen, wobei aus dem Wasser N₂ und O₂ in die Blasen diffundiert.) Es bricht etwa 4,5-mal soviel Gas auf, als in der Form von Blasen an der Oberfläche aufgefangen werden kann.

Aus den Daten der Analyse kann auch darauf geschlossen werden, dass eine Uferströmung platzgreift. (Es würde sich lohnen, diese Gebiete vom Gesichtspunkt der Lebewelt zu studieren und zwar hauptsächlich in der Nähe der Aufbrüche.)

Weit Vom Ufer entfernt bleiben manchmal kleinere-grössere Flächen nach dem Zufrieren des Sees einige Zeit eisfrei (Windwirkung, Strömungen?) Solche sog. „... hígvizek“ — „Dünnwässer“ werden auch von Wasservögeln aufgesucht. Diese verhindern durch ihre Bewegung das Zufrieren derselben.

Bereits seit Jahren sind Untersuchungen darüber im Gange, wie und inwieferne sich biologischen Auswirkungen der winterlichen Abkühlung des Balatons, des frühjährlichen Erwärmung und des dazwischen liegenden andauernden Kaltwasserzustandes in der Zusammensetzung des Freiwasser-Planktons äussern. Weitere Untersuchungen sind noch erforderlich, um diese Daten auswerten zu können. (SEBESTYÉN, TAMÁS — nicht publizierte Daten).

Zur Ausgestaltung des limnologischen Bildes des Balatons war es notwendig, die einflussenden Gewässer von verschiedenen Gesichtspunkten aus kennen zu lernen. (Hierauf wollen wir später noch in einem besonderen Kapitel zurückkommen.)

Nach Abmessung der wichtigeren Faktoren der einflussenden Gewässer und des Abflusswassers sowie der Bewertung der limnologischen Daten beleuchtet B. ENTZ auch den Ionen-Haushalt des Balatons. Seiner Meinung nach decken die einflussenden Gewässer jene Salzmenge, welche im Sió-Abfluss für den Balaton verloren geht, ausserdem wird eine bedeutende Menge von Ca-salzen im See ausgefällt. Er schätzt die Menge der biogenen Kalkausscheidung auf Grund des im Ca^{++} und HCO_3^- sich zeigenden Plus jährlich auf rund 84 Tausend Tonnen. Das im Sediment angehäuften und jährlich auf 31 Tausend Tonnen-Plus geschätzte organische Material entspricht einer Menge von 25 000 t Glukose, was wesentlich mehr, als der etwa 1600 Tonnen betragende jährliche Fischfang ausmacht. Die Anhäufung des organischen Sedimentes ist hier nach im See bedeutend und beschleunigt also im Verein mit dem einfallenden Staub und den schwebenden Schwemmstoffen die Auffüllung des alternden Sees. Da die durch das jährliche Baggern entfernte Sedimentsmenge bloss etwa ein Drittel davon beträgt, weist der Autor auch auf die Zeitmässigkeit der Ständigmachung des Seebeckens hin. In dieser Weise berührt diese Studie im Verein mit den eigenen Daten des Autors, den Angaben der Forschungsanstalt für Wasserwissenschaft sowie den Daten der Balatonforschung von LÓCZY (in den See fallender Staub) auch die Zukunft unseres Sees. — Bezüglich der Beschaffenheit der Mündungen unterscheidet der Autor 3 Typen (ENTZ B. 1959a).

FELFÖLDY (1959) befasste sich experimentell mit dem Balatonwasser als Lebensraum und Umwelt der Algen von trophischem Standpunkt. Unter Verwendung von Balatonwasser als Zuchtlösung der *Chlorella vulgaris* BEIJER erreichte er durch gewisse rationelle Eingriffe bessere Ergebnisse. (Z. B. indem er Phosphate und Nitrate nachfüllt oder noch besser, indem er die Salze als die für die Algen als best erkannte synthetischen Nährlösung in ihrer Gänze löst. (Für eine Massenzucht ist ein Zuführen von CO_2 -hältigen Luftblasen unerlässlich.)

Es zeigte sich, dass N und P im Balatonwasser in den, die Anforderung befriedigenden Mengen vorhanden ist. Mit Steigerung der Hydrogenionen-Konzentration steigert sich, — vermutlich infolge der erhöhten Menge von zugänglichen Kohlendioxyd — die Intensität der Photosynthese der Algensuspension. Spätere Experimente bewiesen einen solchen Einfluss des pH an einem dem Balatonwasser besser angepassten Algenstamm (*Coelastrum microporum* NÄGELI)

nicht. Durch Messungen, Berechnungen und biologischen Tests kam er zu dem Ergebnis, dass das Balatonwasser mindestens 0,2—0,4 mg/Liter CO_2 enthält.

Auf diese Zeitperiode entfallen zwei Schlamm-Studien, welche jedoch in ihrer Zielsetzung und Anschauungsweise ganz von einander abweichen. Die von balneologischen Gesichtspunkten aus durchgeführten Schlammanalysen beschränken sich auf, in unmittelbarer Umgebung von Balatonfüred, dem Eingang der Bucht von Kereked und in Ufernähe vor dem Röhricht aus 10 cm Tiefe entnommene Proben (CSAJÁGHY—TOLNAY 1955). Die Forscher bezeichnen den chemischen Charakter dieser, von den beiden Stellen entnommenen Proben als einander ähnlich. Beides sind Gytjtje ähnliche Schlammbildungen. Aus den zusammenfassenden Tabellen seien folgende Details angeführt:

Im trockenen Material	Buchteingang vor d. Röhricht	
anorganische Stoffe:		
in Wasser lösbar	0,67%	1,08%
in Salzsäure lösbar	58,24%	49,92%
in Salzsäure nicht lösbar	33,69%	36,37%
gesamtes anorganisches Material ..	92,60%	87,37%
organische Stoffe:		
in Wasser lösbar	0,16%	0,16%
in Wasser nicht lösbar	7,71%	12,88%
gesamtes organisches Material ...	7,87%	13,04%
zusammen	100,47%	100,41%

Die grösste Abweichung zeigt sich in der Menge der organischen Stoffe. Im in Wasser löslichen Teil der anorganischen Stoffe spielen Ca^{++} , Mg^{++} , HCO_3^- und SO_4^{--} die Hauptrollen. Der in Salzsäure lösliche Teil (hauptsächlich Muschelschalen) enthält bezeichnend viel CaCO_3 . Der mineralogische Aufbau des in Salzsäure nicht löslichen Teiles ist in beiden Proben als übereinstimmend zu bezeichnen. Die analytischen Daten stimmen vollständig mit der mikroskopischen Untersuchung überein. (Quarz und Lehmminerale). Das organische Material besteht hauptsächlich aus Hemizellulose und anderen mit verdünnten Schwefelsäuren hydrolysierbaren Stoffen, der grösste Teil der anorganischen Masse ist CaCO_3 biogenen Ursprunges.

Aus den Daten von CSAJÁGHY und TOLNAY erhellt, wenn sich diese auch auf wenige Proben beziehen, der Einfluss der Makrovegetations-Bestände auf die Qualität des Sedimentes und überhaupt die Bedeutung der biogenen Vorgänge in der Sedimentbildung.

Algen-Flora

Bezüglich der Algenflora des Balatons sind in der in Rede stehenden Zeitperiode mehrere Artikel erschienen (HORTOBÁGYI, SZEMES, TAMÁS). Die Daten sind in jenen zusammenfassenden floristischen Studien eingebaut,

welche in den Jahren 1957 (SZEMES G. Bacillariophyta) und 1959 (TAMÁS G. die übrigen Algengruppen) in den Annal. Biol. Tihany nebst ausführliche Bibliographie erschienen sind. (S. auch HORTOBÁGYI 1959.)

In der tabellarischen Zusammenstellung der auf die Bacillariophyten bezüglichen Literatursdaten sind 516 im Balaton vorkommende Arten aufgezählt. Dort finden sich auch die Benennung des Fundortes, dessen ökologischer Charakter, das jahreszeitweise Vorkommen und die Häufigkeit angegeben. Der Artikel verweist auch darauf hin, dass die ausführliche Revision und das Ergebnis der quantitativen Untersuchungen in einer weiteren Studie mitgeteilt werden.

TAMÁS zählt nach dem System von SMITH die Algen des Balaton auf, mit Ausnahme der Kieselalgen, und zwar als Fortsetzung bzw. Ergänzung der Zusammenfassung von SZEMES (1957) und KOL (1938). Sie gab auch die seit der KOLSchen Zusammenfassung mitgeteilten früher nicht notierten Arten.

bis 1938	307 Arten
1938—1958	407 Arten
<hr/>	
zusammen:	714 Arten

Neu notiert: Chlorophyten 210, Euglenophyten 95,
Cyanophyten 80, Chrysophyten 17,
Pyrrophyten 4, Rhodophyten 1.

Sie bezeichnet auch die von Algologen gebrachte Häufigkeit (Schätzung).

Die auf die letzten zwei Jahrzehnte entfallende Zunahme der Algenliste kann auf mehrere Umstände zurückgeführt werden:

1. Eingehende Untersuchungen wurden auch in den, bisher nicht untersuchten Teilen des Balaton vorgenommen,

2. es befassten sich mehrere Forscher mit der Floristik.

Die Algenflora des Sees ist bei Weitem noch nicht durchforscht (Planktonalgen in sonstigen Gebieten des Sees, deren Auffindung im Laufe der horizontalen Untersuchungen und dem Studium der Bucht von Keszthely zu erwarten ist, Röhrichte und sonstige Makrovegetation Bestände, Bewuchs u. s. w.).

Die sorgfältig zusammengestellten Listen gewähren für die weiteren algologischen Forschungen sowohl in einheimischer Beziehung als auch bezüglich des Balaton wertvolle Anhaltspunkte.

Faunistik

Im Verhältnis zu der beschränkten Kenntnis, welche wir bezüglich der Fauna des Balatons besitzen, sind wenig faunistischen Arbeiten erschienen. Über die Fauna des Balatonsees im allgemeinen sind nur zwei Arbeiten publiziert worden (VARGA L. 1949—50, Gastrotricha; und BERČÍK 1950, Chironomidae). Von diesen beiden ist die Studie über die Gastrotricha ein umfassendes Werk, jene bezüglich der Chironomiden kann eine Grundlage für weitere systematischen Studien bilden.

Die sonstigen zoologischen Arbeiten sind, wenn sie auch unsere mangelhaften Kenntnisse bezüglich der heutigen Fauna des Balaton wertvoll ergänzen, bloss Fragmente. So kamen im Laufe der bezüglich der Epibionten (STILLER 1949/50, 1953), sowie der Uferregion angestellten Untersuchungen viele, bisher unbekannte Mitglieder der Mikrofauna zum Vorschein (GELLÉRT und STILLER: Ziliaten; S. 231, 232, IHAROS: Tardigrada S. 178) von Rotatorien zwei neuere Mitglieder des Genus *Collotheca* (SEBESTYÉN—VARGA S. 177.). Epizoische Brachionus (VARGA S. 235); litorale und bodenbewohnende Krebsarten (SEBESTYÉN 1947, 1948a) usw. Auch die Ernährung eines Teiles dieser Formen ist bekannt. An dieser Stelle möchte ich erwähnen, dass VARGA die Rotatorie *Kellikottia longispina*, welche kaltes Wasser bevorzugt, als ein Relikt der Glazialzeit ansieht (VARGA 1954). Auch in den Arbeiten über Wassermilben und Vogelstudien finden sich auf den See bezügliche Angaben, doch beziehen sich diese grösstenteils nicht auf den See selbst, sondern auf die Umgebung des Balatons (SZALAY 1953; KEVE—PÁTKAI—UDVARDY—VERTSE 1947).

Wenn auch der Parasitismus, als eine auf die Grösse der Bestände und auf die Produktion auswirkende Erscheinung eigentlich in den weiteren Rahmen des Stoffumsatzes einzureihen ist, so gehört doch eine Aufzählung der Parasiten auch in die Liste der Faunamitglieder. Von Weichtieren zählt RAABE Thigmotricha Ziliaten auf (1950). Mit Parasiten von Fischen befassen sich RAABE (1950a) und JACZÓ (1949; 1950). Besonders wertvoll ist die von limnologischen Gesichtspunkt aus betrachtete Arbeit über Fischparasiten von JACZÓ zu erwähnen.

Eine wirklich faunistische Wertschätzung kann diesen Arbeiten vielleicht dafür zugestanden werden, dass sie die Aufmerksamkeit darauf lenken, dass wir, wenn wir irgendein Subbiotop der Tierwelt des Balaton untersuchen, eine ganze Reihe von neuen und interessanten Daten antreffen. Alldies bekräftigt unsere Überzeugung, dass eine vollständige neue faunistische Bearbeitung des Sees an der Zeit wäre, da seit den Arbeiten der Balaton-Kommission bereits etwa 65 Jahre vergangen sind (Siehe SEBESTYÉN 1958, 19—20 p.).

Die Faunenliste im Tihanyer Institut (Fauna der Seeorganismen, Uferbewohner, von Fundstellen längs des Balaton) ergänzen sich grösstenteils aus literarischen Daten und gewähren bei Weitem kein vollständiges Bild über die Tierwelt des Sees. Die ungarischen Zoologen zeigten immer ein Interesse für ein Vorkommen im Balaton und es ist eher der „Forschungspolitik“ von Tihany zuzuschreiben, dass in den neueren Zeiten bis zum heutigen Tag keine planmässigen faunistischen Aufnahmen durchgeführt wurden.

Den Faunenveränderungen der dreissiger Jahre (Einbürgerung von *Dreissena* und *Corophium* (B. ENTZ 1949) folgte in den fünfziger Jahren ein Hinzukommen von anderen pontischen Elementen und zwar teilweise durch künstliche Einsiedlung (*Limnomysis*, WOYNÁROVICH 1955) und teils im Laufe der Verbreitung dieser Arten gegen Westen hin (*Diceroгамmarus* Arten) (PONYI 1955, 1956, 1957, 1958). Dieser Grössengruppe (etwa 1 cm) steht der Strudelwurm *Dugesia tigrina* GERARD nicht ferne, welcher in die Bucht von Keszthely eingedrungen ist (SEBESTYÉN 1961, nicht publiziert). Sein Vorkommen kann mit den Einströmungen von Lauwasser in diesem Seegebiet zusammenhängen. Dieser aus Amerika herstammender Strudelwurm welcher zu Versuchszwecken nach Europa gebracht wurde, hat sich in unseren lauwarmeren und verschieden temperierten Gewässern bereits seit Jahren eingebürgert.

Die Uferregion

Die Uferregion des Balaton ist, als der eines Sees von geringer Tiefe, weitausgedehnt und ziemlich mannigfaltig gestaltet.

Hinsichtlich der Untersuchung der Frage, welche Rolle den grossen Sumpf und Wasserpflanzen in der Produktion zukommt, wurden wertvolle grundlegende Forschungen in den, den Ufergürtel kennzeichnenden Röhrichten vorgenommen.

Beginnend mit der zöologischen Untersuchung der Röhrichte fasst L. TÓTH (1960) in einer, einen Zeitraum von 3 Jahren umfassenden Arbeit die reichen Ergebnisse seiner Forschungen zusammen. Zöologisch unterscheidet er 7 Typen, von welchen 3 bekannte Typen darstellen, die übrigen hängen mit den eigenartigen Umweltsverhältnissen des Balaton zusammen. In der Gestaltung der Umwelt sind der Windung und die Beschaffenheit des Bodens maassgebend.

Er stellt fest, dass die Flucht der schwimmblätrigen und schwebenden Laichkrautarten in die Röhrichte eine typische Erscheinung für den Balaton ist. Aus der Rohrdichte kann nicht auf den Ertrag geschlossen werden. Die Produktion der botanisch unterscheidbaren Typen ist charakteristisch verschieden, doch kann die Produktion von, zu demselben Typus gehörigen, jedoch räumlich weit von einander stehenden Beständen nicht als dieselbe bezeichnet werden. Darum sind noch weitere Forschungen notwendig, um die gesamte Rohrproduktion des Balatons bewerten zu können.

Die Arbeit kann als Muster zur zöologischen Untersuchung der Röhrichte unserer sonstigen Gewässer gelten.

Im Rahmen der Röhrichtsstudie befassen sich L. TÓTH und E. SZABÓ (1958) mit der chemischen Zusammensetzung der Schilfproben (Si, Ca, Mg, Gesamt N, Rohprotein, Rohfasern und Rohasche). Vom produktions-biologischen Gesichtspunkt aus betrachtet waren sie bemüht, einen Durchschnittswert zu ermitteln und berechneten, dass die Schwankung des Zellulosegehaltes gering ist, wogegen die Mengen von Si, N und besonders die Aschenwerte der, von 16 verschiedenen Fundorten entnommenen Proben einer starken Schwankung unterworfen waren. Diese Stoffe beeinflussen den Kreislauf des N und wirken auf die wirtschaftliche Verwendbarkeit des Rohres. Die diesbezüglichen Untersuchungen sind noch nicht beendet.

Vom Gesichtspunkte der Umweltforschung im Balaton, jedoch auch in floristischer Hinsicht war eine Entdeckung von *Fontinalis antipyretica* und *F. hypoides* in den Röhrichten überraschend. (FELFÖLDY—TÓTH 1957, TÓTH 1960a). Die genannten Autoren waren bemüht, — einerseits in Kenntnis der Versuchsergebnisse RUTTNERs bezüglich der Befriedigung des Kohlenanspruches der grossen Wasserpflanzen und Wassermoose — und andererseits in Betracht ziehend, dass im Balatonwasser freie Kohlensäure bisher nur in geringen Mengen und nur vereinzelt nachgewiesen wurde, — vom ökologischen Gesichtspunkte aus und physiologisch gerüstet eine Lösung dieses interessanten Problems zu finden. Sie zeigten, dass in der Tiefe der Röhrichte des Balatons eben *Fontinalis* jene Zone anzeigt, wo der Sauerstoffgehalt sich vermindert, wo freie Kohlensäure vorhanden ist und wo die Wasserbewegung zur Ruhe kommt. Damit wiesen sie darauf hin, dass die makroskopischen Pflanzen allein ausreichen, um wichtige biocönotische Grenzen abstecken zu können (FELFÖLDY—TÓTH 1957, 34p.). Die Ergebnisse unterstützen die Fest-

stellung von MESCHKAT, zu welcher genannter Autor mit ganz verschiedenen Methoden gelangt war, dass nämlich die wohl entwickelten Röhrichte des Balaton biocönotisch nicht einheitlich sind (MESCHKAT 1934).

Die Makrophyten dienen als Unterlage für die wechselreich zusammengesetzte Lebewelt des Aufwuchses und gewährt ihr Bestand den sonstigen im Laichkraut und Schilfrohr vorkommenden Lebewesen einer anderen Lebensform eine entsprechende Umwelt. Besonders charakteristisch für den aquatischen Lebensraum ist das Vorkommen des Aufwuchses. Die Oberfläche von natürlichen lebenden und leblosen sowie allochtonen künstlichen Substraten wird rasch in den Gewässern bevölkert. B. ENTZ (1947) analysierte den Aufwuchs der zwei wichtigsten Wasserpflanzenarten (*Potamogeton perfoliatus* und *Myriophyllum spicatum*) auf Grund von herbstlichen Proben in der Absicht, einen Einblick in das Vorkommen nach Art und Bestand der Mitglieder des Aufwuchses in das gegenseitige Verhältnis der Arten, der ufernahen und im freien Wasser vorkommenden Laichkräutern, der nach Tiefe des Wassers und der Pflanzenarten zu gewinnen. Als häufigste Mitglieder des Aufwuchses erwiesen sich: zwei Nematoden, *Corophium*, Chironomiden, eine Rotatorie, *Dreissena*, Oligochaeten, eine Köcherlarve, usw. An den beiden Wasserpflanzen konnten im Aufwuchs bezüglich seiner Zusammensetzung und Tiefenausdehnung quantitative Unterschiede festgestellt werden (der Aufwuchs von *Myriophyllum* ist einheitlicher, als der von *Potamogeton*). Die zum Unterlag direkt gehörigen Formen kommen in der Nähe der unteren Pflanzenteile vor, während die damit in loserem Zusammenhang stehenden in höher gelegene Schichten angesiedelt sind. Ein unmittelbarer trophischer Zusammenhang zwischen den Mitgliedern des Aufwuchses und den Makrophyten war in verschwindend seltenen Fällen festzustellen. Die meisten Mitglieder des Aufwuchses ernähren sich von Detritus oder Kieselalgen oder räuberisch. Aus den Ergebnissen erhellt die Wichtigkeit der Makrovegetation des Wassers in der Darbietung der Unterlage. Auch an dieser Stelle soll das umfangreichere Werk von B. ENTZ (1949) über die Verbreitung von *Corophium* erwähnt werden, in welchem er sich mit diesem Organismus von ökologischen Gesichtspunkten aus beschäftigt und dessen Ethologie und Einbürgerung in das Leben des Balatons bearbeitet.

Zwei andere, — ebenfalls bereits erwähnte — Studien (PONYI 1956, 1957) beschränken sich von den die Wasserpflanzen bevölkernden Tieren nur auf die Krebsarten. Nebst den beiden wichtigen Wasserpflanzenarten berücksichtigt der Autor auch *Ceratophyllum* als Unterlage. Hinsichtlich der Artenzahl ist der *Myriophyllum*-Aufwuchs der reichste, der *Potamogeton* Aufwuchs der ärmste, doch zeichnet sich letzterer durch die Grösse des Artenbestandes aus. In dieser Beziehung bestehen auch ähnliche Unterschiede zwischen den ufernahen Wasserpflanzenbeständen und jenen des freien Wassers. Er fasst die aufgefundenen Krebsarten, unter denen sich zum ersten Male die eingesetzte *Limnomysis* und die gleichfalls neu eingebürgerten *Dicerogammarus*-Arten vorkamen, in 4 ökologische Gruppen zusammen: Aufwuchsbewohner, mit dem Aufwuchs in loser Verbindung stehende Wasserpflanzenbewohner, Schlammbewohner und aus dem Plankton hinzugekommene Gäste.

Der Abwechslungsreichtum der Uferregion des Balaton ist für zöologische Untersuchungen besonders geeignet. Nebst den erwähnten Röhricht-Studien zeigten auch die auf Erosions-Ufer vorgenommenen Untersuchungen wertvolle Ergebnisse. FELFÖLDY—IHAROS (1947) wiesen auf den Zusammenhang

der Moosassoziation und der Tardigraden-Fauna hin. Das gemeinsame Vorkommen von *Bangia atropurpurea* (Faden-Rhodophyte) und *Philodina roseola* (eine Rotatorie) wurde durch SEBESTYÉN (1952) aus ökologischem Gesichtspunkt ausgewärtet. Diese, sowie die Studie bezüglich des Zusammenhanges zwischen der Intensität des Wellenschlages und der Kieselalgen-Gemeinschaften (SZEMES 1948) will ich hier nur dem Titel nach erwähnen (Siehe noch S. 262).

Für einzelne Abschnitte des steinigen Ufers (Halbinsel von Tihany bzw. deren Ost- und Südufer) ist ein gelber Kieselalgen-Bewuchs kennzeichnend. Die hier vorkommenden Kieselalgen-Arten und Ziliaten wurden von TAMÁS und GELLÉRT (1958, 1959) besprochen. Die kieselalgen (81 Arten und 16 Varianten) sind mit Ausnahme einiger planktonischen Formen benthisch. Die zum Standortswechsel befähigten Formen übertreffen hinsichtlich ihrer Artenzahl die Unbeweglichen, nach Individuenzahl jedoch nicht. Auch die Grenzwerte der Maasse dieser beiden Gruppen sind verschieden. An wellenbeschlagenen Ufern verzehrten die Ziliaten bloss 5 beweglich und 7 ungewegliche Formen. Bei Ziliaten ist die Arten- und Individuenzahl niedrig, die Arten sind dieselben, die auch in den Spühsäumen vorkommen. Der Bewuchs ist für die Ziliaten nicht so günstig, wie die Detritusanhäufungen am Ufer. Der aus Kieselalgen gebildete gallertartige Bewuchs ist, ebenso wie der rhythmische Wellenschlag den Ziliaten nicht günstig. Nach ihrer Ernährung zerfallen sie in Kieselalgen-, Bakterien- und Algenfresser sowie in Algen- + Bakterienfresser. Am südlichen Ufer verzehrten die im Bewuchs lebenden Ziliaten auch Grünalgen, ähnlich wie die in den Spühsäumen lebenden Arten (Bakterien-, Kieselalgen- bzw. Bakterien + Grünalgen-Fresser. Lokaler Einfluss).

Mit dem Kieselalgen-Bewuchs der Uferzone hat sich vom Produktionsstandpunkt aus FELFÖLDY (1958) beschäftigt (Siehe S. 245).

Im Laufe der in den dreissiger Jahren begonnenen Spühsäumenuntersuchungen ergab sich die Notwendigkeit einer eingehenden Untersuchung der Detritusanhäufungen. Aus diesem Grunde traten diese nach dem II. Weltkrieg in den Vordergrund. Dreizehn Arbeiten befassen sich mit den Ergebnissen dieser Untersuchungen. Der Kreis dieser Forschungen wurde dem Bedürfnis entsprechend immer weiter ausgedehnt. Aus den informativen Studien (SEBESTYÉN 1949b, 1949—50), welche sich hauptsächlich auf die biologische Analyse der in den Jahren 1942—44 gesammelte Proben gründen, ergab sich, dass

1. Detritus sich hauptsächlich im Supralitoral solcher Erosions- und Halberosions-Ufern anhäuft, die an Makrovegetations-Bestände angrenzen;
2. dass sich unter den Tieren der Detritusproben interessante Cladoceren und eine Tardigrade vorfinden, die von Zeit zu Zeit in grosser Individuenzahl vorkommen. Als ergänzende Studie schien es deshalb notwendig an den durch Detritusdriften besonders gekennzeichneten Abschnitten die Cladocera-Faunula des submersen Eulitorals und des benachbarten, Eprofundals schlammigen Characters zu untersuchen (SEBESTYÉN 1947, 1948).
3. dass die Tiere sich hauptsächlich von Kieselalgen und Detritus ernährten.

Daneben haben wir den durch Detritusdrifte gekennzeichneten Ufergebieten stets ein besonderes Augenmerk zugewendet. Aus den Felduntersuchungen und der Analyse der Lebewelt der Detritusdriften und benachbarten Gebiete ergab sich, dass die Detritusdriften eigentlich eine besondere Form der bräunlichen, leicht beweglichen organischen Sedimenten des Uferwassers

darstellten, welche teilweise aus ziemlich monotonem grobem pflanzlichen (Förne) und wechselreichem Gebrösel animalischen Ursprunges und einer ebenfalls abwechslungsreich zusammengesetzten Lebewelt besteht. Diese leicht bewegliche Masse bildet ein besonderes Biotop und zugleich Biozönose. Ihr Hauptkennzeichen ist, dass sie nicht an einen Art gebunden ist, weil es sich je nach der Wasserdynamik oder dem anorganischen Sediment in dünnen Schichten absetzt (Sediments-Phase), jedoch durch den Wellengang leicht aufgewirbelt und in die benachbarten Wassermengen geschoben wird (schwebende oder diffuse Phase); das Wasser schwemmt wieder diese schwebende Masse unter entsprechenden wasserdynamischen Umständen ans trockene Ufer und bildet es in der supralitoralzone Zone zu Spühsäumen aus (Driftphase). Das Schicksal dieser ans Ufer geschwemmten Masse kann zweifach sein; bei sinkendem Wasserspiegel unterbleibt allmählich die Überflutung, das Grobdetritus wird weiter zerkleinert oder wird vom Wasser immer wieder eingeschwemmt, und wieder ausgeworfen usw. (SEBESTYÉN 1957a, 1959).

Es fand sich eine, an diese speziellen Lebensverhältnisse besonders angepasste Protiste *Cothurnia clausiens* STILLER. Bei dieser äussert sich dies in der Ausbildung des stark verdünnten Gehäuserandes welches sich gibelartig zu verschliessen vermag (STILLER 1954). Die Rotatorie *Collotheca volutata* wird — in ihr Gehäuse zurückgezogen — vom Wasser frei gerollt. (Zönobionte monophage Form.) Es heftet sich auf *Monospilus dispar* an eine am Seeboden, im Uferwasser und in den Detritusdriften gemeine vorkommenden Cladocera, eine Variant der oben erwähnten *Collotheca*, welche samt ihrem Wirt dem Spiel der Wellen ausgesetzt ist (SEBESTYÉN—VARGA 1949—50; SEBESTYÉN 1957b). Beide *Collothecen* nähren sich mit Kieselalgen.

Da sich die ersten Analysen der Detritusproben auf gewisse Grössenordnungen beschränkten, waren die Kieselalgen und Ziliaten bloss als Gruppen erwähnt. Zu Artuntersuchungen war eine mikroskopische Analyse erforderlich, welche Algen- und Protozoen-Spezialisten eine entsprechende Aufgabe stellten (GELLÉRT—TAMÁS 1958, 1959, 1959a, 1960, 1960a). Die Autoren bewerten ihre Daten von systematischen, faunistischen und ökologischen Gesichtspunkten und wiesen auch auf die Ernährungszusammenhänge der Gruppen hin. Für die Ziliaten kommen hinsichtlich ihrer Ernährung in den Spühsäumen — nebst Predatoren, — Bakterien, Kieselalgen und Detritus in Betracht. Die Kieselalgen-Nahrung ergibt sich hauptsächlich aus beweglichen und massenhaft vorhandenen Formen. Unter den Kieselalgenfressern wählen sich einzelne ihre Nahrung nach Arten aus. Die Autoren weisen auf die Verschiedenheit der Driften an der östlichen und südlichen Uferseite der Halbinsel bezüglich der Kieselalgen und Ziliaten hin. Aus ihren Studien erhellt auch, dass der Kieselalgenbewuchs der Steine für die Ziliaten nicht so günstig ist, als die Detritusanhäufungen.

Das häufige Vorkommen einer hydrobionten Tardigrade (*Hypsibius augusti* J. MURR.) in der Uferförne, dem Bodensediment und in den feuchten Spühsäumen lenkte die Aufmerksamkeit auf das Studium der Tardigraden der Uferzone vom ökologischen Gesichtspunkte aus (IHAROS 1959). Das sorgfältig durchgeführte Studium zeigte, in welcher Weise die Wasserversorgung des Standortes — vom Wasser über die Driften gegen das trockene Ufer hin fortschreitend, — wechselt und damit auch parallel das Vorkommen der verschieden wasserbedürftigen und Trockenheit vertragenden Arten sich ändert. Diese Studie schliesst sich schön an die später erwähnende Moos-Tar-

digraden Studie an. Aus beiden geht der Zusammenhang zwischen dem Milieuspektrum der unmittelbaren Umgebung und der ökologischen Valenz der vorkommenden Arten hinsichtlich Feuchtigkeitsgehalt bzw. Feuchtigkeitsbedarf und der Trockenheitsduldung hervor (Siehe S. 225).

Die Detritusdrift-Studien geben einen Einblick in die Bildung des Detritus und dessen mehrseitige Rolle im Seeleben: Gestaltung der Umwelt „Flugdetritus“, weitere Zerkleinerung, Nahrung. Die Rolle der Detritusfresser besteht im Stoffumsatz des Sees darin, dass sie die in Abbau befindlichen biogenen Stoffe in den aufbauenden Sektor des Stoffumsatzes wieder zurückleiten.

Das Problem der Einwirkungen des niedrigen Wasserstandes vom Jahre 1949 auf den See wurde durch eine, zu diesem Zwecke gebildete Arbeitsgemeinschaft untersucht (Hydrochemie, Makrovegetation des trockenen Ufers, litorale Tierwelt) (SEBESTYÉN—ENTZ—FELFÖLDY 1951). In welcher Weise der anhaltend niedrige ausserordentliche Wasserstand, welcher sich infolge der Niederschlagsarmut und der Unterbechung des Abflusses ergab, den Chemismus des Wassers berührt, haben wir bereits gelegentlich der Besprechung der Umweltverhältnisse erörtert (S. 224). Im Folgenden wollen wir die Vorgänge am Ufer besprechen.

An steilen Ufern bewirkte das Sinken des Wasserspiegels keine Änderung des Erosionscharakters, da die Stufen des Litorals bloss eine unbedeutende horizontale Verschiebung erlitten hatten. Der *Bangia*-Rasen folgte dem Sinken des Wasserspiegels auch der *Cladophora*-Rasen blieb unberührt; die Bestände selbst erlitten also keinen Schaden. Der obere Rand des Dreieckmuschelbewuchses wurde bloss stellenweise beschädigt. Das Epiliminon gewann in horizontaler Richtung wenig Raum, deshalb ist auch die Verbreitung der Landspflanzen auf solchem Terrain nicht von Bedeutung.

An flachen Abschnitten kamen auch eprofundale Gebiete beständig ans Trockene, was eine katastrophale Vernichtung der dortigen Tierwelt zur Folge hatte. In welchem Grade die sessilen und vagilen Uferbewohner ein Zurückweichen des Wassers vertragen, hängt zum grossen Teil von ihrem Wasser- bzw. Feuchtigkeitsbedürfnis bzw. ihrer Trockenheitsduldung ab. Es handelt sich hier bloss um eine Vernichtung von Individuen, je nach den topographischen Verhältnissen des Uferabschnittes und der Veränderung des Wasserniveaus. Die stellenweise gebildeten Lagunen nehmen anfangs den Charakter von lenitischen Uferabschnitten, später den von sumpfigen Stellen an und dieser Zustand begünstigt die Vermehrung limnicoler Formen. Im Falle einer Versumpfung von Uferteilern erscheinen Sumpfbewohner in denselben.

Steigt das Wasserniveau wieder an und setzt Regenwetter ein gelangen die Individuen solcher Formen, welche die ungünstige Umweltsbedingungen in einem latenten Zustand überstehen konnten, wieder zur Aktivität.

Auf die infolge des Zurückweichens des Wassers trocken gewordene Gebiete dringen Landpflanzen ein. An steinigten flachen Ufern lassen sich drei Zonen der Vegetation unterscheiden, welche sich bodenkundlich von einander nicht unterscheiden. Entscheidend ist der Zusammenhang der Wasserverhältnisse mit dem Zeitfaktor. Die Pflanzen der zum Wasser am nächsten liegenden Zone sind — abgesehen von der terrestrischen Form submerser Pflanzen — sämtlich einjährig. Dieses Gebiet wird nie oder nur sehr selten trocken. Von den übrigen Gebieten kann das Wasser in den aufeinanderfolgenden Jahren wiederholt ablaufen. Die Vegetation der dritten Zone verrät gegenüber den

vorigen zwei Zonen zweifellos, dass es zuerst trocken geworden ist und kann von Fall zu Fall auch längere Zeit hindurch trocken verbleiben.

Der See vermag das zeitweise Vorkommen eines andauerend niedrigen Wasserstandes auszuhalten, obgleich dies die Auffüllung der seichten Buchten beschleunigt und auch die Ausdehnung der Röhrichte begünstigt. Diese Umstände können im Falle einer Wiederholung stossweise das Schicksal des Sees beeinflussen. Die Periode des Sinkens der Wasserspiegel begünstigt die Zerkleinerung des ans Trockene gelangten Detritus und, wenn der Detritusnachschieb auch für einige Zeit aussetzt, kann das Gebrösel nach einer gewissen Pause wieder am Stoffumsatz des Sees teilnehmen.

Die Untersuchung von 4 bzw. 2 Stellen des etwa 10 cm tief überfluteten sandigen Ablagerung des Nord- bzw. Südufers, entnommenen Proben ergab (TAMÁS—GELLÉRT 1960), dass die Kieselalgen-Vegetation reich war. Die meisten Arten waren oligohalob, Beta-mesosaprob, beweglich. Die Protozoenfauna war ärmlich. Sie besteht auch an anderen Stellen aus lebenden Formen. Die Grundlage des Nahrungsnetzes der Ziliaten bilden Bakterien und Grünalgen, welche von Kieselalgen und Detritus ergänzt werden. Weitere Untersuchungen sind noch erforderlich.

Das interstitielle Wasser und dessen Lebewelt der von Wasser nicht überfluteten sandigen Uferstellen (usw.) sind charakteristisch und von jenen der Sedimenten ständig submerser Uferabschnitten abweichend. Solche Untersuchungen wurden bereits früher im Balaton, zu Mitte der dreissiger Jahre vorgenommen (Aufarbeitung des Materials der Jahre 1935—36, VARGA 1938). Die Mikrofauna der aus den späteren Jahren dieses Dezenniums (1938—1939) stammenden Proben (Sammlung von MANN und VARGA) wurde, hauptsächlich bezüglich der Rotatorien und Ziliaten bedeutend später aufgearbeitet (VARGA 1957). Hinsichtlich der Arten- und Individuenzahl zeigte sich das Higropsammon am reichsten, während die Lebewelt des Hydropsammons, — sofern überhaupt vorhanden — ziemlich ärmlich war. An mehreren Stellen der untersuchten Gebiete war ein Eupsammon überhaupt nicht ausgebildet. Die Lebewelt trägt polysaprobien Charakter, besonders in Almádi. Je nach ihrer Anhänglichkeit an das Biotop waren unter den Rotatorien 5 Mitglieder psammobiont, die übrigen psammophil und psammoxen. Einige der letzteren stammen aus den Mitgliedern des Plankton. Nebst den erwähnten Gruppen kommen Bakterien, farblose Flagellaten, sonstige Protozoen und Nematoden vor. Die dem Hygrosammon entsprechenden Gebiete sind im Sommer von einer Grünalgendecke überzogen.

Beim Studium der Krebsfauna des interstitialen Wassers sandiger und steiniger Uferabschnitte kamen solche Formen zum Vorschein (PONYI 1960), welche für derartige Lebensräume bezeichnend sind. Von den vorgefundenen erwiesen sich 4 als für den Balaton und eine für die ungarische Fauna neu. Psammoxen sind mit dem Wellenschlag hinzugekommene Gastformen. Die psammophilen sind eigentlich Oberflächenformen, 2 bzw. 3 Arten sind psammobiont.

Plankton

Unter den zahlreichen (29) planktologischen Arbeiten enthalten 10 Arbeiten quantitative Untersuchungen. (Quantitative Planktonstudien im Balaton 1—10: SEBESTYÉN 1953, 1954, 1955, 1958a, 1958b, 1958c, 1960),

SEBESTYÉN—TÖRÖK—VARGA 1951, TAMÁS 1954, 1955). Von diesen befassen sich 6 Abhandlungen mit Berechnungen der Biomasse bzw. Schätzungen bezüglich des Sees. Obgleich diese Untersuchungen, mit einer Ausnahme, durch Aufarbeitung solcher Probenserien vorgenommen wurden, welche wir bloss an einer einzigen Stelle des nordöstlichen Seeteiles aus 4 Tiefenschichten monatlich bzw. halbmonatlich systematisch gesammelt hatten, sind sie doch geeignet, — da sie ein Material von 6 Untersuchungsjahren umfassen, — gewisse orientierende Aufschlüsse über das Folgende zu gewähren. Bei der Auswertung der Daten von, in zwei Abschnitten von 15 Jahren (dreissiger- und vierziger Jahre) gesammelten Probenserien ergab sich die Zusammensetzung der Planktongemeinschaft des Balaton nach Arten, Bestand und Charakter. Es zeigte sich die Aufeinanderfolge der durch den Wechsel der Jahreszeiten ausgelösten Aspekte, Jahres- und Jahrzeitliche Veränderungen. Die jährlichen Veränderungen in Zusammenhang gebracht werden. Der jahrzehntliche Veränderung trat als Ergebnis des, dem II. Weltkrieg folgenden „kulturellen“ Einflusses (intensivere Ansiedlungstätigkeit in der Umgebung des Balaton) ein und offenbarte sich in einer invasionartigen, maasslosen Vermehrung des Bestandes einiger Mitglieder (Individuenzahl, Biomasse), (Dinoflagellata), sowie in der Erscheinung neuerer Mitglieder (Oligotricha Ciliata). (Siehe auch SEBESTYÉN 1958d).

Eine im Verlaufe des Wasserlebens bekannte Erscheinung der Planktoninvasion, namentlich die *Mougeotia*-Invasion lenkte die Aufmerksamkeit auf die Jahrzehnt-Veränderung hin (SEBESTYÉN 1959a). Diese Erscheinung wiederholte sich im Jahre 1956 (TAMÁS 1958) und bewies, dass sich im Leben des Sees der anthropogene Einfluss fortgesetzt geltend macht.

Aus den quantitativen Angaben lässt sich auch darauf schliessen, dass dieser Wechsel im Balaton das bisherige Verhältnis des Phyto- und Zooplanktons zu Gunsten des ersteren verschoben hatte und dass diese Verschiebung sich als Folge der unbändigen Vermehrung des Bestandes von *Ceratium hirundinella* ergab (SEBESTYÉN 1960b).

Eine entsprechende Auswertung der Daten wies auch darauf hin, welche qualitativen und quantitativen Auswirkungen der ausserordentlich niedrige Wasserstand des Jahres 1949, ferner das Unterbleiben des Zufrierens des Sees im Winter vor 1951 (eine recht seltene Erscheinung) zur Folge hatte.

Die an Epibionten der Planktonkrebse beobachtete Veränderung spiegelt den in den Umweltsverhältnissen eingetretenen Veränderung wieder. Einige Arten (*Epistylis* sp.) verschwanden vollständig. Zur Zeit des niedrigen Wasserstandes des Jahres 1949 fiel auf Cladoceren *Brachionus sessilis* und eine *Rhopalosolen* sp. (Chlorococcaceae) auf (SEBESTYÉN 1951, VARGA 1951, FOTT 1958). Sie sind auch noch nach 10 Jahren vorhanden.

Es scheint, dass eine Untersuchung der Epibionten in der Kenntnis des Seelebens von Bedeutung ist, darum ist es auch der Mühe wert, sich mit diesen Organismen fortgesetzt und eingehend zu beschäftigen (Siehe STILLER 1949/50, 1953).

Im Phytoplankton stehen nach Artenzahl Chlorophyten (incl. Conjugata), nach Beständen Bacillariophyten (Individuenzahl) bzw. Dinoflagellaten-Gruppen (Biomasse) an erster Stelle. In der Reihe der Planktontiere ist die Artenzahl der Rotatorien, die Individuenzahl der Oligotrichen Ziliaten bzw. der Bestand der Crustaceen (Biomasse) am grössten. Die meisten pflanzlichen Mitglieder sind eurytherm und warm stenotherm, unter den Tieren finden

sich auch einige, Kälte-bevorzugenden (TAMÁS 1954, SEBESTYÉN—TÖRÖK—VARGA 1951, SEBESTYÉN 1953).

Bei einem Vergleich der im Jahreslauf vor sich gehenden Veränderung (Populationsdynamik) des Bestandes von *Ceratium hirundinella* (Dinoflagellata) mit dem seit langem bekannten Tempo der je nach der Temperatur erfolgten Teilungsfrequenz (G. ENTZ) ergab sich, dass die ideale Vermehrung des Bestandes zur Sommersmitte mit dem natürlichen Verlust im Gleichgewicht steht und dass der Bestand „individuenweise“ sich 3—5 tällig erneuert (SEBESTYÉN 1952a, 1952b).

Nach diesen allgemeinen Informationen kommen wir endlich in unserem weitausgedehnten See zur Untersuchung der horizontalen Verbreitung des Planktons. Der Wert solcher Untersuchungen hängt mit demselben Gewicht von einer richtig vorgenommenen Einsammlung der Proben und Verdichtung derselben, wie auch quantitativen Aufarbeitung ab. Solche Untersuchungen konnten wir hauptsächlich vornehmen, als die Leitung der Forschungsanstalt für Wasserwirtschaft uns ihr Forschungsschiff „Balaton“ zur Verfügung gestellt hatte. Aus unseren Proben sind wir bisher über die horizontale Verbreitung der Planktonkrebse einigermaßen orientiert (SEBESTYÉN 1960a). Ihre artliche Zusammensetzung ist im ganzen Freiwasserbereich des Sees dieselbe (die Cyclopiden sind als Gruppe genommen), dagegen zeigt das prozentuelle Vorkommen einzelner Arten und Gruppen gewisse Abweichungen. Bezüglich der Grösse des *Leptodora*-Bestandes in den verschiedenen Teilen des Sees im Laufe des Jahres (Individuenzahl/Liter) konnten wir endlich einen, wenn auch nicht befriedigenden Einblick gewinnen (SEBESTYÉN 1960).

Bei der Bewertung der ausserordentlich zahlreichen Daten und der Erfassung der Ergebnisse bedeutete die Einführung des Begriffes des „Bestandes“ (LUNDBECK) in die Planktologie einen willkommenen Behelf. Diese Arbeit trägt nicht allein einen methodistischen Charakter, sondern sie beleuchtet auch einige Probleme des Balatons, welche sie mit teilweise bereits bekannten teiles hier zum ersten Male mitgeteilten Daten illustriert (SEBESTYÉN 1960b).

Man kann jene Studien, welche sich mit der ökologischen Rolle der einzelnen Mitglieder, durch Einführung der Begriffe „niche“ und „key-industry“ in die Planktologie befassen, in eine andere Gruppe einteilen (SEBESTYÉN 1960a). Teils auf Grund der Bewertung konkreter Daten, teils auf Grund von Überlegungen konnte die ökologische Stellung in der Gemeinschaft und dem Seeleben zweier wichtiger Mitglieder des Balaton-Planktons [des zur Wasserperiode nach Biomasse im grössten Bestand vorhandenen Planktonpflänzchen (*Ceratium hirundinella*) und des Hauptpredators *Leptodora*] aufgeklärt werden (SEBESTYÉN 1959a—b, 1960d). Obgleich die Biomasse von *Ceratium hirundinella* unter den Planktonpflanzen im Sommer am grössten ist, scheint ihre Bedeutung als unmittelbare Nahrung, im Vergleich zu jenen Rolle verschwindend zu sein, welche *Ceratium*-ävla als Hauptnahrungsquelle von saprophag bentischen Organismen spielen mag. Die *Leptodora*-Studie weist darauf hin, dass zur Zeit der Warmwasserperiode, wenn der Stoff- und Energieumsatz am intensivsten ist, die „key-industry“ sich mit der warm stenothermischen *Leptodora* und der ihr zur Nahrung dienenden *Diaphanosoma* verstärkt. Die Tätigkeit des Hauptpredators verdoppelt also in dieser Weise im Stoffumsatz des Sees jenes Kettenglied, welches die zwei Freiwassergemeinschaften, das Plankton und Nekton verbindet. In dieser Tätigkeit

kommt dem Grössenunterschied zwischen *Leptodora* und ihren Nahrungskrebsen ein höchst wirksamer Anteil zu.

Es wurde auch aufgeklärt, dass im Nahrungsnetz des Planktons der Zusammenhang bloss im Anfangs- und Endabschnitt pyramidenartig ist, dagegen die Mitglieder der dazwischen liegenden Grössenordnungen vom trophischen Standpunkt aus in ein kompliziertes Netz geflochten erscheinen (SEBESTYÉN 1960 \bar{a}).

Im Laufe der Planktonstudien häuften sich genugsam Daten dazu zusammen, dass auf Grund deren man auch auf sonstige Zusammenhänge zwischen den Gliedern der Gemeinschaft verweisen konnte. Autorin verwies auch nebst den bis dahin bekannten Arten der Zusammenhänge aus der räumlichen Verteilung und der Zwischenschaltung des Mediums erstande meistens materielle Zusammenhänge hin (SEBESTYÉN 1959c).

Der Vollständigkeit halber möchte ich erwähnen, dass die sich mit den zöologischen Verhältnissen des Phytoplankton befassenden Studien (HORTOBÁGYI 1950, 1050a) und die Zooplankton-Organismen (SEBESTYÉN 1949, 1953a) gleichfalls zur Kenntnis des Planktons des Balaton beigetragen haben. Die erstangeführte (1949) Arbeit von O. SEBESTYÉN eröffnete einen bisherwenig bekannten Abschnitt des Lebenszyklus der *Leptodora*.

Fische, Fischereiwesen

Die meisten, in diesen Problemenkreis gehörigen Studien befassen sich mit dem von Gesichtspunkt der Fischerei wichtigsten Fisch des Balatons, dem Zander. Im Interesse der Vermehrung des Bestandes richteten sich die experimentellen Forschungen auf die, in der modernen Fischereibiologie immer zweckmässiger bewährte Methode eines künstlichen Eingriffes (Ausreifung, Jungfisch-Aufzucht): Um die der Aufzucht von Jungfischen in mehrfacher Hinsicht ungünstigen Umweltverhältnisse im Balaton auszugleichen wird schon seit langem das durch Erfahrungen gelehrt Verfahren gebüet, den auf Nester abgelegten Fischrogen von den Laichplätzen an solche Stellen zu überführen, welche für die Aufzucht der Jungfische geeigneter gestaltet sind.

Die Faktoren, welche die ersten und am meisten gefährdeten abschnitte des Lebenszyklus (Ausreifen, Larvenstadium) begünstigen, wurden in zweckmässig eingerichteten Aquarien durch Experimente festgestellt. Im Laufe dieser Versuche lernte man die Wirkungen der Temperatur, des Lichtes, des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft, eines zeitweilig unterbrochenen Überflutung mit dem Wasser usw. auf die Ausreifung des Rogens, das Ausschlüpfen der Larven kennen. Es wurde das Verhalten der Jungbrut (Bewegung räumliche Orientation), Ernährungsverhältnisse in den verschiedenen Stadien der Entwicklung bis zur Beendigung des Larvenzustandes das heisst bis zum Erreichen des schwimmfähigen Zustandes, in welchem sie als Raubfisch sich ernähren kann, ermittelt (ENTZ-WOYNÁROVICH 1947, 1948; WOYNÁROVICH—ENTZ 1959, 1050; WOYNÁROVICH 1950a).

Die Ergebnisse der Versuche begründeten die Errichtung einer in erster Linie für die Zanderzucht weltweit anerkannten Zuchtstation (Alsóórs). Der Fischlaich wurde aus dem See, nach Entwicklungsstadien geordnet, nach Parasiten abgesucht, in die Reifkammer gebracht. Die zum Schlüpfen je nach der Temperatur erforderliche Zeitdauer wurde ermittelt. Das Schlüpfen wird

durch ein Ausreifen in der Spritzkammer gegenüber einer submersen Situation beschleunigt. Das Schlüpfen erfolgt in Zuchtbecken, von wo die 5–7 Tage alte Jungbrut durch eine Wasserströmung in den Balaton überleitet wird und zwar in einer Weise, dass eine entsprechende Zerstreung gewährleistet werden kann (WOYNÁROVICH 1950).

Bevor ich auf die bezüglich der Ernährung des Zanders vorgenommenen Untersuchungen übergehe, möchte ich noch jene Versuche erwähnen, welche über die Zeitdauer der Magenverdauung und deren Zusammenhang mit der Temperatur der Umgebung unter Anwendung eines zu diesem Zwecke ausgearbeiteten neuen Röntgen-Verfahrens durchgeführt wurden. Aus den Ergebnissen wird die Ursache der sich in dem Tempo der Ernährung eines Raubfisches im Sommer bzw. im Winter zeigenden Unterschiede beleuchtet (MOLNÁR—TÖLG 1960).

Da hinsichtlich der Ernährung des Balatonzanders bisher bloss Ergebnisse von informativen Untersuchungen zur Verfügung standen, war man bemüht, die einzelnen Glieder der zum Zander führenden Nahrungskette durch eingehende Forschungen zu ermitteln.

Im Wege einer durch 3 Jahre hindurch durchgeführten Mageninhaltsanalyse (über 6500 Analysen) konnte die Ernährungsintensität eines etwa 30–35 dkg schweren Zanders bestimmt werden (Verhältnis eines vollen und leeren Magens). Aus diesem Fresslust-Faktor (Häufigkeit der Nahrungsfische auf Grund des Mageninhaltes) konnte festgestellt werden, dass die Ernährung des Zanders im Balaton nicht gleichmässig und nicht genügend ist. Der Autor schloss aus dem verhältnismässig häufig vorkommenden Kannibalismus auf einen Nahrungsmangel, was auch der Grund für seine verzögerte, langsame Entwicklung sein dürfte. Bei einem Vergleich der entsprechenden Daten des aus den verschiedenen Gebieten des Sees gesammelten Materials kann bezüglich der trophischen Verhältnisse auf eine horizontale Abweichung geschlossen werden (Woynárovich 1959).

Die Feststellungen haben mehrere Probleme aufgeworfen, welche teilweise mit den speziellen Umweltsverhältnissen des Balaton zusammenhängen teils auf offenbar fischwirtschaftliche Probleme hinzielen.

Durch Fischmageninhalts-Analysen sowie auf experimentellem Wege wurde auch festgestellt, dass sich in der Ernährung der Zander-Jungbrut zwei Phasen unterscheiden lassen: Planktonernährung und Nahrungserwerb am Seegrund. Der Jungfisch wird bei einer Grösse von 25–30 mm zum Fischfresser. Bemerkenswert ist dass der Jungfisch auch die Planktonmitglieder räuberisch erobert. Das Unterbleiben der Verwandlung zur Raub zur ordnungsgemässen Zeit führt seinen Untergang herbei. Nach einem Vergleich mit entsprechenden ausländischen Daten kann darauf geschlossen werden, dass für die Jungfischnahrung im Balaton ein grösserer Planktonorganismus (1500–5000 μ) und ein etwa 2–3 cm grosser Bodenbewohner fehlt (TÖLG 1959).

Obzwar dies nicht in den Rahmen der im bezeichneten Zeitabschnitt durchgeführten Untersuchungen-Ergebnisse gehört, will ich doch bemerken, dass der Autor den Schlüssel zu diesem Mangel und des Zanderproblems im Balaton überhaupt teilweise als Folge eines natürlichen Prozesses, teilweise über Eingriffe von Menschenhand erfolgte historische Tatsachen sieht (TÖLG 1961).

Bezüglich der Nahrung der Kaulbarschbrut (*Acerina cernua*), welche die Hauptnahrung der jungen, 30–35 dkg wiegenden Zander ausmacht,

wurden nach grössengruppen vorgenommene Mageninhalts-Untersuchungen durchgeführt. In der Nahrung der einzelnen Gruppen ergaben sich zwar Unterschiede, der Beschaffenheit nach war jedoch die Nahrung gleich. Nebst Chironomiden-Larven bot eine benthische Cladocere (*Alona*), demnach ein Sedimentsbewohner die häufigste Nahrung. Hinsichtlich der Menge der verschlungenen *Corophien* ergaben sich jährliche Abweichungen. Die Daten weisen darauf hin, dass der Kaulbarsch im Balaton genügende Futtermengen finden kann (TÖLG 1960).

Diese drei Arbeiten weisen auf einen, in quantitativer Beziehung entscheidenden Zweig des zum Hauptfisch des Balaton, zum Zander führenden Nahrungsnetzes. Es zeigt sich, dass zum Aufbau des Zanderfleisches den sogenannten rekuperativen Organismen eine wesentliche Rolle zukommt, welche sich von den Stoffen der abgestorbenen Planktonmitgliedern ernähren. Es erhellt auch immer deutlicher, dass bei der Ernährungsfrage der Fische der Erschliessung des Fundortes der Nahrung eine wichtige Bedeutung zukommt. Ich kann es nicht unterlassen zu bemerken, dass wir die bedauerlichen Auswirkungen der fehlenden Bodenfauna-Forschung immer stärker empfinden.

Nebst den Grundforschungen bezüglich der einzelnen Glieder der zum Zander hinleitenden Nahrungskette war man auch bemüht, bezüglich der Beschaffenheit und Menge der Winternahrung einzelner Fische in unseren Kenntnissen bestehenden Lücken auszufüllen, sowie, um einen Einblick in die Wachstums- und Vermehrungsverhältnisse (Proportion der Geschlechter, Anzahl und Gewicht der Rogen usw.), — parallel mit den Mageninhaltsuntersuchungen — zu gewinnen. Der grösste Teil des untersuchten (nahe an 500 Stück) Fischmaterials (etwa 45%) bezog sich auf einen typischen und dabei in grossen Beständen im Balaton vorkommenden und auch von wirtschaftlichem Standpunkt bedeutenden Fisch, den Stichling (Ziege, *Pelecus cultratus* L.)

Die Ernährung der untersuchten Fische ist im allgemeinen zur Winterzeit reduziert und bestehen in dieser Beziehung auch Unterschiede bei den verschiedenen Arten und Altersklassen. Die Altersklassen wurden von den Autoren mittels eines Vergleiches der das stufenweise Anwachsen des Otoliths und des Operculums anzeigenden Linien mit den Längen und Gewichtsmaassen ermittelt. Plötze und Brachsen ernähren sich fortlaufend; letzterer Fisch lebt von Bodentieren; in der Nahrung der gemischte Nahrung verzehrenden Plötze zeigen sich periodische Verschiedenheiten. Ukelei und Ziege verschlingen, neben Plankton, auch ins Wasser gefallene Land-Insektien, letztere verzehrt auch kleinere Fische. Berechnungen gaben auch Aufschluss darüber, wieviel % der Mageninhalt des Darmgewichtes ausmacht.

Es ergab sich, dass bei der Ziege das Tempo des Wachstum es sich in den verschiedenen Altersklassen ändert, dabei bestehen auch jährliche und geschlechtsweise Abweichungen. Die weiblichen Individuen wachsen besser, als die männlichen. Das Wachstum der einzelnen Jahrgänge wechselt von Jahr zu Jahr, die Geschlechtsreife wird einmal von den Drei-, einmal von den Viersommerigen erreicht. Die Zahl der Rogen ist pro Körpergewichtskilogramm etwa 200-Tausend und ist im Vergleich zu den Daten aus anderen Gewässern hoch zu nennen.

Da in der Nahrung der Ziege *Leptodora* in grosser Menge vertreten ist (1000—1400 Individuen in einem Fischmagen) ist die Ziege jenes Glied des

Nektons, welches in erwachsenem Zustand sich an das Plankton direkt anschliesst.

Die Ziege ist der in grössten Beständen im Balaton gegenwärtige Fisch die Ukelei (*Alburnus lucidus* L.) in mancher Hinsicht ähnlich. Nebst Plankton ernährt er sich in bedeutenden Mengen von ins Wasser gefallenem Insekten (Oberflächenfisch). Im Gegensatz zur Ziege, deren Nahrung zum grossen Teil aus *Leptodora* besteht, bevorzugt die Ukelei Planktonkrebse geringerer Grössenordnung. Sie ernährt sich periodisch bezüglich der verzehrten Mengen, halten die älteren Jahrgänge zu Beginn des Winters eine Ruhepause (ENTZ—LUKACSOVICS 1957a).

Neben anderen Fischarten befassen sich überwiegend mit der Lebensart der Ukelei, ihres Wachstumes und Ernährung der Arbeiten, welche auf Grund der Daten von drei aufeinanderfolgenden besonders die in der Winterszeit gebildete Schwärme behandeln. (ENTZ B. 1949/50a, 1951, 1952). Es wird auch die Zusammensetzung der Schwärme nach Arten, Altersklassen und Grösse besprochen. (Das Alter wird anfangs auf Grund von hiezu geeigneten Knochenbildungen (Otholit, Operculum), dann auf Grund von, das stufenweise Wachstum anzeigenden „Jahresringe“ der Schuppen bei einem Vergleich mit den Längen- und Gewichtsangaben festgestellt.

Die Schwärme erscheinen längs des Ostufers der Halbinsel von Tihany im ruhigen Wasser der Buchten und Röhrichte im Oktober—November und erleben Tage, Wochen lang, sogar bis zum Zufrieren des Sees an derselben Stelle. Bei einem ausnahmsweisen Unterbleiben des Zufrierens zeigten sich im Herbst kleinere Schwärme an den gewohnten Stellen und bildeten sich ungeheure Schwärme erst zu Ende des Winters.

Autor erblickt die Ursache der Schwarmbildung in den ufernahen Gewässerteilen darin, dass das ruhige Wasser der Buchten und Röhrichte den Fischen Schutz gegenüber dem Wellengang gewährt. Man kann auch annehmen, dass die grössere Durchsichtigkeit des Uferwassers ein leichteres Wahrnehmen der Raubfische gestattet. Die Temperatur kann in diesem Falle keine besondere Rolle spielen.

Aus diesen Studien geht die Berechtigung des engen Zusammenhanges der Fischschwärmen- und Ukelei-Untersuchungen hervor, da die Ukelei während ihres ganzen Lebens ein Glied dieser Schwärme ist und 60—98% derselben bildet. In grosser Prozentzahl kommen in diesen Schwärmen auch Brachsen, eventuell Plötzenarten und Kaulbärsche vor. Raubfische fanden sich, selbst junge Exemplare, bloss in ganz verschwindenden Prozentsatz in diesen Schwärmen. Zur Zeit des ufernahen Abbleichens, sodann mit der Abkühlung des Wassers erscheinen diese Schwärme als ungeheure, mehrere Hunderttausende bildende Aggregationen. Obgleich der Schwarm, sich nicht als statische, sondern als dynamische Einheit in seiner Zusammensetzung sich ständig verändert, waren in seiner Struktur (Arten, Altersklassen) auch jährliche Verschiedenheiten festzustellen und zwar auf Grund einer statistischen Aufarbeitung von \pm je 5000 Individuen betragenden Proben.

Die graphische und statistische Aufarbeitung der Daten gewährt einen Einblick in das verschiedene Wachstumstempo der Geschlechter, in ihr Lebensalter, in das Maass des natürlichen Absterbens bei Berücksichtigung der Jahrgänge. All diese Daten werden mit jenen der an der Schwarmbildung teilnehmenden anderen Fischen sowie mit Daten aus sonstigen Gewässern stammenden Ukeleien verglichen. Im Laufe der Aufarbeitung ergaben sich

auch solche Probleme, deren Lösung von in anderen ungarischen Gewässern vorzunehmenden ähnlichen Untersuchungen und deren Vergleich mit den Daten aus dem Balaton zu erwarten ist. Die Bewertung der Daten weist darauf hin, dass es sich lohnen würde, sie zu einer Aufarbeitung den Ukelei als Volksnahrung heranzuziehen. Die Grösse der ausbeutbaren Menge könnte durch die Ergebnisse einer, den Bestand nicht gefährdend angeratenen Ausbeute von 1—2 Jahren endgültig festgesetzt werden.

Jene frühere Beobachtung, dass beim Ablichten der Ukelei an steinigten Ufern ein bedeutender Verlust an Fischen entsteht und dass hierbei den Kämpfen um den Laich insbesondere die männlichen Exemplare der jungen Fischgeneration zum Opfer fallen, wurde ebenfalls bestätigt (LISSMANN 1933, ENTZ B. 1951, WOYNÁROVICH 1954, 1956). LISSMANN lenkte die Aufmerksamkeit auf den Umstand, dass an diesen Verlusten auch die Umweltsverhältnisse der Umgebung der Laichplätze (steiniges Ufer) Teil haben. Einem ähnlichen Faktor sind auch die in einem Jahre in der Brandungszone der flachen Ufer der Somogyer Seite beobachteten ungeheuren Brachsen-Verluste zuzuschreiben, wo ausserordentlich ungünstige hydrodynamische Verhältnisse vorherrschten. Hier waren zu einem grossen Prozentsatz Weibchen die Opfer (WOYNÁROVICH 1954, 1956).

Es sollen hier noch einige, von den obigen Studien abweichend, sich mit verschiedenen Problemen beschäftigende Arbeiten erwähnt werden.

Die im Brachsen-Bestand des Balatons zu 59% beobachtete Abnormität der Schlundzähneformel mag aus einer fernen Plötzen-Kreuzung herkommen, welche sich jedoch in anderen Merkmalen nicht mehr äussert. Oder dass es sich hier nun einer eigene Varietät des Balaton-See handele (TÖLG 1958).

Im Rahmen von haematologischen Untersuchungen (absoluter Hb-Gehalt, Veränderung der roten Blutkörperchen) wurde die Gesetzmässigkeit dieser beiden Werte an Zandern und Brachsen des Balaton untersucht. Im Vergleich zum Körpergewicht war zur Laichzeit im Gegensatz zu den literarischen Angaben, keine Positive oder Negative Wertänderungs-Korrelation festzustellen; die Korrelation zwischen den beiden Faktoren ist bei den zwei Arten ebenfalls nicht einheitlich (sie weicht bezüglich der zur selben Blutkörperzahl gehörigen Hb-Menge ab, auch die Blutkörpermasse sind verschieden). Die inneren oder äusseren Ursachen sind nicht bekannt. Die Wassertemperatur zeigt mit den untersuchten Werten eine umgekehrte Korrelation, bei beiden Arten in verschiedenem Maasse. Ähnliche und ergänzende Untersuchungen sind erforderlich (MOLNÁR—SZÉKY—NAGY 1959, 1959a).

Hinsichtlich der Möglichkeiten einer Ausserwasser-Haltung der wirtschaftlich bedeutenden Fische des Balaton vorgenommenen Untersuchungen ergaben, dass das „Vertragen der Luft“ am geringsten beim Zander besteht; auf ihn folgt sogleich die Ukelei. Bei Brachsen und Güster sind es bei 23—27 °C 8 Minuten. Bei niedrigen Temperaturen (0—5 °C) ergaben sich viel längere Zeitdauer (30—60'). An Ziegen wurden solche Untersuchungen nicht vorgenommen. (ENTZ 1951a), doch ist es bekannt, dass diese ein Ausserwasserbleiben am wenigsten vertragen kann (mündliche Mitteilung von B. ENTZ).

Bezüglich des Fischfanges, der Fischwirtschaft sind aus der Feder bedeutender Fachmänner wertvolle, lückenfüllende und auch die diesbezüglichen grundlegenden Forschungen berührende Arbeiten und Artikel erschienen, auf welche ich jedoch an dieser Stelle nicht eingehen kann.

Nahrungskreislauf, Stoffumsatz, Produktion

Ein Hauptgrundsatz der Limnologie als ökologischer Wissenschaftszweig ist es, dass die Glieder der See-Lebewelt durch ihre Lebenstätigkeit mit einander und dem aquatischen Lebensraum in gegenseitigem Zusammenhang stehen. Dieser Zusammenhang schliesst die Lebewelt und Umwelt zu einer Einheit höherer Ordnung zusammen (Ökologisches System, Ökosystem, Holocön, Holocönoid).

Das im Medium und in der Lebewelt vorhandene Material ist im Laufe der Lebenstätigkeiten und infolge abiotischer Prozesse fortwährend in Bewegung, im Umsatz. In dieser Überlegung gestaltet sich die Kenntnis des Stoffumsatzes des Sees zu einem zentralen Problem der Forschung des Seelebens, welches alle übrigen Fragen umfasst. Die einzelnen Detailprobleme kommen gleichsam in einer zentralen Beleuchtung näher zusammen und jede Detailfrage findet ihre Stelle in den, das einheitliche Seeleben ausdrückenden Zusammenhängen.

ELTON stellt, — das Tierleben vor Augen haltend — fest, dass unter den Lebenstätigkeiten die meisten Stoffe durch die Ernährung bewegt werden. Dies gilt sicherlich auch für das Pflanzenleben. Der Nahrungskreislauf, über den wir aus dem, aus Nahrungsketten zusammengesetzten Nahrungsnetz Aufklärung erhalten, gibt die Kriterien des Stoffumsatzes nicht erschöpfend wieder. Diese setzen sich nämlich aus einem komplizierten Gefüge biotischer und abiotischer Prozesse zusammen. Allerdings können im Nahrungskreislauf, obgleich die Ernährung eine Lebensfunktion ist, abiotische Momente enthalten sein (z. B. der Autotrophie, Chemotrophie, Saprotrophie).

Die Aufklärung des Nahrungsnetzes erfordert eine Kenntnis der Ernährung der einzelnen trophischen Gruppen nach Beschaffenheit und Quantität.

Der Gang und Verlauf des Stoffumsatzes im See löst sich auf ökologischem Niveau in den trophischen Zusammenhängen und den durch die Metabolismusprozesse (allgemein durch die Lebenstätigkeit) ausgelösten Veränderungen der Umwelt verfolgen. In biochemischer Hinsicht können wir durch das Erkennen jener Veränderungen Einblick gewinnen, welche — unter Berücksichtigung der trophischen Zusammenhänge — in gewissen Verbindungen, Verbindungsgruppen im Laufe des Metabolismus vor sich gehen (Siehe z. B. FARKAS, FARKAS—HERODEK S. 245—246).

Die im Laufe der Lebensfunktionen zirkulierenden Stoffe sind zugleich auch Energieträger (TISCHLER, S. 107.).

Mit dem Stoff- und Energieumsatz stehen die Produktionsfragen in engem Zusammenhang. Man muss den Gesichtspunkt an irgendeine Stelle (Querfläche) des Stoffkreislaufes oder sogar an das Ende desselben verlegen, von wo man rückblickend bezüglich der Vorgeschichte der Gestaltung des Bestandes eines Mitgliedes der Lebewelt des Sees nach Qualität und Quantität sich orientieren kann. Oder, wenn wir den Kreislauf der Materie von dieser Stelle beginnend verfolgen, können wir diesbezüglich Einblick gewinnen, welche Konsequenzen im Ökosystem die im betreffenden Bestand des „Seeproduktes“ eintretende positive oder negative Veränderung nach sich zieht.

Selbstverständlich gibt es im Stoffumsatz und in der „Produktion“ grundlegende biologische und energetische Probleme, wie z. B. :

Herstellung von organischem Material aus anorganischen Stoffen im allgemeinen und unter den gegebenen Verhältnissen (pflanzliches Leben).

Abbau von organischen Stoffen und Mineralisierung (grösstenteils Bakterientätigkeit),

und innerhalb der Grenzen dieser beiden, wenn gleich extremen, doch im Kreislauf der Stoffe sich dennoch berührenden Tätigkeiten — die Probleme der animalischen Tätigkeit, welche die Umbildung der im Wasserleben entstandenen organischen Stoffe, ihre Anhäufung, in Verkehrsetzung (trophische Zusammenhänge) in sich schliessen. Endlich die für sämtliche Lebewesen zur Aufrechterhaltung ihrer Lebensfunktionen notwendigen Energiegewinnungs-Probleme. Eine richtige Auffassung all dieser Probleme und ihrer Lösung setzt die Anwendung von biologischen, physiologischen und biochemischen Anschauungen und Methoden voraus. Man muss jedoch die Ergebnisse auf limnologisches (ökologisches) Niveau zurückprojizieren, da wir nur auf diesem Wege einen Einblick in die Einheit der Lebewelt und der Umwelt, in das Wesen des ökologischen Systems gewinnen können.

Über den Nahrungskreislauf des Balatons orientieren uns zwei Arbeiten in grossen Zügen, in dem sie einige Momente, die charakteristisch für den Nahrungsverkehr unseres Sees sind, auf Grund erfahrungsgemässer Feststellungen kennzeichnen.

Die Produktion von organischen Stoffen, — was in gleicher Weise den Ausgangspunkt für den Nahrungsverkehr und Stoffumsatz bildet — erfolgt auf dem ganzen Gebiete des seichten Sees.

Eine trophische Bedeutung kommt dem organischen Detritus zu, welcher hauptsächlich im See seinen Ursprung hat, sodann dem allochtonen Nahrung infolge der langen Uferlinie, dem ausgedehnten Wasserspiegel und der verhältnismässig geringen Wassermenge (z. B. ins Wasser gefallene Insekten).

Bei Ausarbeitung des Nahrungsnetzes, dessen quantitative Beziehungen in der Produktion von wichtigster Bedeutung sind, ist eine Kenntnis des Lebenslaufes der in grossen Beständen vorhandenen Formen, Ernährungsbiologische Untersuchungen, der bakteriologischen Verhältnisse, über welche wir bisher bloss lückenhafte fragmentare Kenntnisse besitzen, eine Aufmessung der aus dem See jährlich entfernten organischen Masse usw. notwendig (SEBESTYÉN 1953b).

BÉLA ENTZ (1954) schätzt in seiner Studie, welche ebenfalls den streng genommen produktionsbiologischen Forschungen vorausgeht, grosszügig die Biomasse in See ab und stellt sodann unter Anwendung der aus der Literatur übernommenen Faktoren eine Schätzung der Quantität der Produktion auf. Er verweist darauf, dass bei den See betreffenden Abschätzungen man auch die abiotischen und in gelöstem Zustande befindlichen organischen Stoffe berücksichtigen muss. Eingangs erwähnt er, in welchem Sinn er die mit dem Verlauf der Produktion zusammenhängenden Fachausdrücke anwendet. [Dies ist wichtig, da ja auf jedem in Ausbildung begriffenen Forschungsgebiet die Terminologie im allgemeinen ziemlich reichhaltig ist (ALLEE)]. Aufgabe der Studie ist es, eine Richtung zu weisen, auf die Möglichkeiten hinzuzielen sowie die Bedeutung der produktionsbiologischen Forschungen klarzulegen. Er unterstreicht 1. die Bedeutung der auf energetischer Grundlage modern durchgeführten Untersuchungen von Produktionsfragen, 2. sogenannter trophodynamischer Studien und zwar mit doppelter Zielsetzung:

- a) Nahrungsbedürfnis und Ausnützung der Nahrung,
- b) Notwendigkeit der Einführung neuer Formen.

Bedeutende Probleme sind noch 3. die Verbreitung der im Stoffumsatz eine wichtige Rolle einnehmenden, in grossen Beständen vorkommenden Organismen, deren Metabolismus, Populationsdynamik usw.,

4. Erreichbarkeit der Nahrungsstoffe, deren Nährwert, Ausnützung,
5. bakteriologische Forschungsarbeit, und
6. entsprechende Methodik.

Im Verlaufe der Detritusdriften-Untersuchungen haben wir Beispiele für Verzehren von Kieselalgen und organischem Detritus durch Ziliaten und Rotatorien (Siehe S. 231, 232.).

Untersuchungen von Amphipoden-Krebsen berühren, bei einer ausführlichen Erörterung ihres Ernährungs-Mechanismus die unmittelbaren Ernährungszusammenhänge (Nahrung, deren Ausnützung und Verwertung (ENTZ 1949, PONYI 1955, 1956a). Aus dem Kapitel über Plankton erhellen die einzelnen Details des Nahrungsnetzes der Gemeinschaft (S. 236.). Das Kapitel „Fisch und Fischereiwesen“ würdigt die Ergebnisse der auf die Ernährung des Zanders und auf die zum Zander führenden Nahrungskette bezüglichen eingehenden Untersuchungen.

Im Folgenden will ich jene Studien aufzählen, die sich auf die

- a) Produktion von organischen Stoffen (primäre Produktion),
- b) in Tieren sich abspielenden metabolische prozesse,
- c) unter den, den Körper aufbauenden Verbindungsgruppen auf den umsatz von Fette und Fettsäuren, mit Rücksicht auf das Nahrungsnetz beziehen (Stoffumsatz auf biochemischem Niveau), und endlich nenne ich noch,
- d) jene, welche sich mit dem Abbau beschäftigen.

a) Die, die sich auf die Produktion von organischen Stoffen (CO_2 -Assimilation) beziehenden algenphysiologischen Untersuchungen (FELFÖLDY—KALKÓ 1958a, und FELFÖLDY 1958, 1960, 1960a) stehen in engem Zusammenhang mit dem Seeleben. Sie beleuchten deren, unter speziellen Balaton-Verhältnissen bestehenden Voraussetzungen sowie den Verlauf der Prozesse. FELFÖLDY und Frau FELFÖLDY unterzogen als Ausgangspunkt vor Allem das Lichtklima zur Bestimmung der zur Abmessung und Abschätzung der Produktion nötigen Durchschnittswerte. Dies stösst wegen der Seichtigkeit des Sees und der optischen Wirkung der schwebenden Partikeln auf gewisse Schwierigkeiten. Sie haben unter Anwendung der weitverbreiteten Methode der schwarz-weissen Flaschen festgestellt, dass im Balaton, von der Trübung mehr-weniger unabhängig die gelben und grünen Strahlen am tiefsten eindringen. Sie haben auch auf Grund von, den Verhältnissen des Balatons am meisten entsprechenden Formeln optische Konstanten errechnet. Im Falle einer natürlichen Planktonprobe haben sie einen Zusammenhang — in zur Orientierung dienenden Experimenten- zwischen der Grösse der Versuchsgefässe (Raumwirkung) und der Menge des gebildeten O_2 gefunden. Sie konnten auch Feststellen, dass eine Minderung der Photosynthese infolge Lichtmangels nur bei trüben Wetter und stark getrüben Wasser vorkommt; ein photosynthetischer Ausfall infolge Lichtübersättigung ist bedeutend.

Hinsichtlich der CO_2 -Quelle beobachtete FELFÖLDY bisher drei Typen (FELFÖLDY 1960): freie CO_2 verwertende *Chlorella*, nebst Verwertung von CO_2 und Hydrocarbonat-Ionen, nach Verstreichen einer Latenzzeit, Verwertung von Carbonat und Hydrocarbonat.

Besonders die Erforschung der Latenzzeit-Periode erscheint besonders wichtig, weit sie auf die qualitative Verschiedenheit der Assimilation von

CO₂- — und Carbonat-Ionen hinweist, demnach auch die Frage der Anpassung an die Umwelt berührt.

Bei Untersuchung der Bedeutung des frühjährlichen und herbstlichen Kieselalgenaufwuchs der steinigen Erosionufer vom Standpunkt der Seeproduktion und diese Bewertend wurde festgestellt, dass der unbedeutend erscheinende Kieselalgenaufwuchs in Bezug auf die Produktion von organischen Stoffen eine wohl zu berücksichtigende Quelle darstellt (FELFÖLDY 1958).

Bei einer Untersuchung der Zusammenhänge zwischen der pflanzlichen Assimilation und dem Lichtklima erwies es sich, dass im Balaton das Licht zufolge seiner Seichtigkeit in allen Tiefen zur Assimilation genügend ist. An Sommertagen war eine Kompensations-Tiefe an den Versuchstellen nicht anzutreffen (FELFÖLDY 1960a).

b) Durch die an Amphipoden-Krebsen experimntell druchgeführten ernährungsbiologisch-physiologischen Untersuchungen (die Kohlenhydratverdauung wurde durch Zellulaseaktivitäts-Messung ferner durch Nachweis der aus dem Abbau stammenden Glukose) wurde festgestellt, dass der untersuchte, sich von Detritus ernährende Amphipoden-Krebs Zellulose abzubauen vermag und dass der Art dieser Prozesse der Hepatopankreas ist (PONYI 1959).

An eben diesen Tieren wurden auch die N-Bindungsmöglichkeiten experimentell untersucht. Autor stellte fest, dass die untersuchten Tiere durch, in Wasser gelöstes Elementar-N und Zellulase Enzim gebildete Glukose zu Aminosäure synthetisieren vermögen, was auf die Tätigkeit eines symbiotischen Systems hinweist. Die Messungen wurden am N-Gehalt entsprechender Homogenisaten teilweise durch Untersuchung des Gehaltes freier Aminosäuren vorgenommen (PONYI 1959a).

c) Da in unserem See im Stoffumsatz die Planktonkrebse als „key-industry“ Tiere eine wichtige Rolle spielen, indem sie die durch die Pflanzen hergestellten organischen Stoffe in grösseren Mengen zu den Fischen hinüberleiten, und weil die chemische Zusammensetzung der Planktonkrebse je nach ihrem Standort verschieden ist, erschien es angezeigt, derartige Untersuchungen auch am Balatonmaterial vorzunehmen. Es wurde festgestellt, dass der Fettgehalt der Planktonkrebse und einiger Amphipoden-Krebse sehr hoch ist, dessen Menge jedoch nicht konstant und für die Art nicht kennzeichnend ist. Bezüglich des Proteingehaltes bestehen Verschiedenheiten zwischen den einzelnen Gruppen. Der auf je 1 g berechnete cal-Wert folgt dieser Gruppierung (FARKAS 1958).

Der Karotinoid-Gehalt ist in jedem Falle hoch. Die Krebse des offenen Wassers zeigen im Laufe des Jahres zwei Maxima; der Karotingehalt der Amphipoden-Krebse hängt mit den Gegebenheiten der Nahrungsquelle ihres Standortes zusammen (reiche Pflanzennahrung — hoher Karotingehalt). Nachdem diese Stoffe streng alimentären Ursprunges sind kann bei Berücksichtigung auch der Messungen des aus dem Teich Belső-tó bei Tihany stammenden Materials darauf geschlossen werden, dass sich im Laufe des Jahres bei zwei Gelegenheiten eine günstige Lage für pflanzliche Ernährung bietet (FARKAS 1958a).

Da Fette recht hohe energiehältige Verbindungen sind und deshalb im Stoff- und Energieumsatz des Sees eine wichtige Rolle spielen dürften, verlohnte es sich, die weiteren Untersuchungen auf dieses Gebiet zu beschränken.

An dem aus dem Balaton und von sonstigen Standorten stammenden Crustaceen-Material wurden bei, zu mehreren ökologischen und systematischen

Gruppen gehörigen Formen mittels papierchromatographischer Methode die Zusammensetzung der Fettsäurengarnitur ermittelt. Das Fett sämtlicher Arten weist dieselben Merkmale auf, welche LOVERN für Süßwasserorganismen als bezeichnend gefunden hatte (FARKAS 1958b).

Der auf Trockenmaterial bezogene Fettgehalt der Balatoner Plankton-Crustaceen zeigt mit einem winterlichen Maximum einen regulären Jahrescyklus, welcher mit den in der Artenzusammensetzung der Proben vorgefundenen Veränderungen nicht zusammenhängt. Eine jahreszeitliche Veränderung war auch im Fettgehalt der aus dem Balaton, dem Belső-tó Teich stammenden Crustaceen-Plankton und *Astacus leptodactylus*, welche sich durch mit Temperatursenkung parallellaufende Mengensteigerung ungesättigter Säuren langer C-Kette kennzeichnen. Da solche Wechsel in Algen nicht vorkommen (*Cladophora*, Bacillariophyta, Phytoplankton des Belső-tó Teich), mußten Autoren annehmen, dass die Temperatur unmittelbar auf den Fettmetabolismus der Crustaceen wirke, ferner, dass das Fett der Krebse kein einfach deponiertes Algenfett sei. Mit einer solchen Wirkung der Temperatur lässt sich der in der Fettsäurezusammensetzung der Süßwasser- und Meerorganismen vorkommende Unterschied erklären (FARKAS—HERODEK 1959, 1960).

d) Abbau. — Die Studie von FELFÖLDY und KALKÓ (1958) bezieht sich auf die Messung der Intensität des Abbaus durch die Enzimtätigkeit. Autoren messen die Cellulase-Aktivität durch Anwendung entsprechender Methode im Wasser im Felde und in vitro im Ufersediment in verschiedenen Wassergebieten bzw. an aus verschiedenen Teilen stammenden Wasserproben. In den am Supralitoral angehäuften Röhrgebrösel-Spühlsäumen erhielten sie maximale Werte, diese Werte verringern sich parallel mit der Wassertiefe. Es scheint wahrscheinlich, dass im Herbst der Abbau der Cellulose recht intensiv vor sich geht.

Mittels enzymchemischen Methoden (Saharase und Beta Glukozidase-Tätigkeit), ferner durch Atmungs-Untersuchungen (Produktion von Kohlendioxid) erfolgten die Messungen der Vorgänge beim Abbau des Bodensediments in verschiedenen Sedimenten vom Uferwasser des freien Wassers. Die Saharase und Beta-Glukosidase-Tätigkeit hat den niedrigsten Wert im Sand und ist am stärksten in den Spühlsäumen. Zwischen der Enzimtätigkeit und den Atmungs-Untersuchungen besteht eine enge Parallelität auf Grund des biologischen Zusammenhanges der Mikroorganismen. Am Ufer ergaben sich mannigfaltige, im offenen Wasser gleiche Ergebnisse (SZABÓ E. 1959).

In einem Röhrabschnitt durchgeführte Wasser- und Schlamm-chemische Untersuchungen ergaben, dass die gewonnenen Daten eine in den Ablagerungen der Röhrichte messbare biologische Aktivität widerspiegeln. Gewisse Eigenschaften (z. B. pH, Gesamtsalzgehalt, Alkalinität, Leitvermögen) wechseln gegen das Ufer hin nicht gleichmässig, die Kurve zeigt nämlich eine Knickung (SZABÓ E. 1960).

Einfließende Gewässer

Aus dem Einzugsgebiet des, im Verhältnis zu seiner grossen Oberflächenausdehnung geringe Wassermengen enthaltenden Balatons münden, ausser dem Fluss-Zala zahlreiche kleinere und grössere Bäche u. s. w. in den See. Aus diesen fliesst um etwa 40% mehr Wasser in den See, als er durch die

auf seine Oberfläche fallenden Neiderschlägen erhält (SZESZTAY 1959a). Von der grösseren Hälfte des nicht weit ausgedehnten Einzugsgebietes des Sees sammelt der Fluss-Zala die Gewässer und dieses Wasser macht gleichfalls etwa die Hälfte der einströmenden Wassermenge aus. Die zahlreichsten Einflüsse entfallen auf die Nordseite, besonders auf den, südwestlich der Halbinsel von Tihany gelegenen 2/3-Teil und verhältnismässig wenige auf das Somogyer Ufer. Ein Teil dieser letzteren Einflüsse gelangt nicht auf dem Gravitationswege, sondern durch Pumpwerke in den See. Infolge der grossen Oberflächenausdehnung ist der Wasserverlust durch Verdunstung bedeutend (Siehe S. 220.).

Das Regenwasser und die verschieden gearteten (Siehe S. 248.) einströmenden Gewässer vermischen sich, in dem umfangreichen seichten Becken gespeichert zu einer, die konstanten Kennzeichen eines stehenden Gewässers aufweisenden Wassermenge: dem Balatonwasser zusammen. Der Abfluss Sió bewegt, ebenfalls infolge des geringen Niederschlagsgebietes nur wenig Wassermengen. Die ganze Wassermasse des Sees wird nach Schätzung der Hydrologen etwa im Laufe von 2,2 Jahren ausgetauscht.

Wie sind die einströmenden Gewässer beschaffen, inwieweit tragen sie zur Gestaltung des Balatonwassers bei, was für und wieviel Geschiebe und Schwebel führen sie dem See zu, welche Lebewelt schliessen sie den speziellen Umweltsbedingungen entsprechend in sich und in welchem Zusammenhang stehen diese im Balaton gebotene Lebensbedingungen mit der Gestaltung der Lebewelt des Sees? Dies Alles sind Fragen, welche sich notwendigerweise ergeben, wenn wir ein richtiges Bild vom Balaton, als einem Ökosystem gewinnen wollen.

Hydrographische Angaben hat CHOLNOKY von sämtlichen einflussenden Gewässern mitgeteilt („Resultate der wissenschaftlichen Erforschung des Balaton-sees“). Eingehende und detaillierte Wasseranalysen wurden in den Einflüssen zwischen Tihany—Füzö auch von hygienischen Gesichtspunkte aus von RIGLER (1930) durchgeführt. Über die Lebewelt besitzen wir auch sporadisch Daten in den biologischen Bänden des oben erwähnten Werkes und einigermaßen zusammengefasst in der „jüngeren“ Literatur (ENTZ—SEBESTYÉN 1940, 1946).

Organisierte und systematische Forschungen wurden, — immer nur noch teilweise informativen Charakters, — in den Fünfziger Jahren begonnen, wobei die hydrographischen und physiographischen Daten sämtlicher einströmenden Gewässer zumeist bei den Einmündungen aufgenommen wurden, weiters durch ein Studium des Wassersystems zweier in der Nähe von Tihany einflussenden Bäche, von ökologischen Gesichtspunkten aus.

Diese Forschungen wurden über ein Jahrzehnt ausgedehnt vorgenommen, decken sich auch teilweise zeitlich und sind noch nicht abgeschlossen. Deshalb erscheint es auch zweckmässig, die bisherigen Ergebnisse nicht der Zeitordnung ihres Erscheinens nach, sondern in grossen Zügen nach Problemen gruppiert zu besprechen.

(VARGA 1951a, ENTZ 1953, STILLER 1953a, ENTZ—KOL—SEBESTYÉN—STILLER—VARGA 1954, KOL 1957, 1958a, TAMÁS 1957, VARGA 1957a, ENTZ 1958, 1958a, KOVÁCS—FELFÖLDY 1958, LUKACSOVICS 1958, 1958a, ENTZ 1959a, LUKACSOVICS 1959, SZABÓ 1959a, KOVÁCS—FELFÖLDY 1960, TÖRÖK 1960).

Aus dem Nachfolgenden erhellt wiederum der heutige Stand der Forschung in den einströmenden Gewässern.

Im Kapitel „Der Balaton als Umwelt“ (S. 221.) beriefen wir uns auf eine Arbeit (ENTZ, B. 1953), in welcher unter anderen die Daten von zahlreichen Gewässern an ihrer Mündung entnommenen Proben aufgearbeitet sind. Aus der Bewertung geht hervor, dass das Uferwasser, — teilweise zufolge der Ufergestaltung — in seinen physischen und chemischen Faktoren von den aus dem offenen Wasser entnommenen Proben abweicht. — Besonders gross ist die Wirkung des Flusses-Zala auf das Seewasser um Keszthely infolge seiner im Verhältnis zu den Bächen bedeutenden Wasserführung und infolge seiner ionalen und physischen, von den Bächen abweichenden Eigenschaften. Der Autor weist bereits an dieser Stelle darauf hin, in welcher Weise die Lebentätigkeiten der Wasserpflanzen auf die Gestaltung der physiographischen Eigenschaften des Wassers einwirken.

Spätere Untersuchungen (ENTZ 1959a) fassen nebst den gesamten einströmenden Gewässern (34 ständige + 26 periodische) die oberflächlichen Wasseransammlungen des Wassersammelgebietes im Zusammenhang mit dem Balaton (insgesamt 500 Proben, 201 Sammelstellen, hievon 53 von Balaton) zusammen. Durch eine limnologische Bewertung einer reichen, auf mehrere Faktoren ausgedehnten Datenserie (Wasserzufuhr, Temperatur, gelöste O_2 und CO_2 , gelöste Salze, pH, Alkalinität, Gesamthärte, O_2 -Verbrauch) gewinnen wir ein Bild der grossen hydrographischen Einheit, in deren Mittelpunkt der Balaton steht. In der Ausgestaltung des Gesamtbildes der Einflüsse von verschiedenem Typus erkennt der Autor die Wirkung topographischer, hydrographischer, meteorologischer (Wind!) Gegebenheiten und zieht auch autochthon biogene und allochthon kulturelle Wirkungen (Verunreinigung) in Betracht. Die Gewässer kommen in der Beleuchtung von ENTZ, B. richtig zum Leben, der auch den Zeitfaktor in Betracht nehmend auf die längs des Wasserlaufes sich ergebenden Veränderungen hinweist. „Die Gewässer der Balatonumgebung können Hydrogeographisch in Grundtypen eingereiht werden: 1. aus Quellen gespeiste Gewässer, 2. der Balatonsee selbst und 3. oberflächliche Wasseransammlungen“.

... „Die Wasser der zur ersten Gruppe der... Wasserläufe nähern sich in ihrer chemischen Beschaffenheit entlang ihres Laufes immer mehr dem Balatonwasser“... „Im Untersuchten Gebiet hat das Balatonwasser wahrscheinlich die stabilste Zusammensetzung, an welches sich die mit Zufluss und Abfluss versehenen Gewässer unter gegebenen geologischen und klimatischen Verhältnissen in ihrem Laufe immer mehr angleichen“ (ENTZ B. 1959a, S. 195).

Verfasser bezeichnet das Balatonwasser nach dem hydrochemischen System von MAUCHA notwendigerweise eingeführten feineren Differenzierung als $HCO_3^- - Mg^{++} - Ca^{++}$ Wasser von α_B -limno Typus. Ein grosser Teil der einmündenden Gewässer sind grösstenteils $HCO_3^- - Ca^{++} - Mg^{++}$ oder $HCO_3^- - Mg^{++} - Ca^{++}$ - Wasser von β -limno Typus. Die Berek-Gewässer sind $HCO_3^- - Mg^{++} - SO_4^{--}$ - von α -limno Typus. Die Basaltkleingewässer (Basaltquellen, Tümpel im Basaltgestein) sind $HCO_3^- - Ca^{++} - Na^+$ vom β -limno Typus.

Ogleich die Wirkung des Zala-Flusses auf den Balaton am grössten ist, haben wir doch bisher die mächtige Aufgabe einer Zala-Forschung unter den gegebenen Möglichkeiten vorläufig noch nicht in unser Programm eingefügt. Durch die Arbeit einer, aus Tihanyer Forschern und begeisterte auswärtigen Fachleute bestehende Arbeitsgemeinschaft haben wir uns jedoch über die ökologischen Verhältnisse zweier kleiner Bäche (Pécseley-Bach und Séd von

Aszófő) einen Begriff machen können. Gleichzeitig konnten wir auch gewisse von topographischen und ökologischen Gesichtspunkten wechselreiche und interessante Einzelheiten des mannigfaltigen Balaton-Gebietes kennenlernen, welche Kenntnis dazu beitragen kann, dass wir mit der Zeit im Stande wären einen Umriss von jener höheren ökologischen Einheit, welche wir als Balaton-Gegend bezeichnen können zu zeichnen. Diese Bach-Studien sind in ungarischer Beziehung die ersten derartigen Versuche.

Tabelle Nr. 1.

Bach	Nieder- schlags- Gebiet km ²	Zahl von Quellen	Wasser- Ertrag Liter per sec.	Wassertyp Maucha	Länge des Wasser- systems km
Pécsely-Bach	21,81	> 32	80—200	HCO ₃ ⁻ —Ca ⁺⁺ —β-limno-Typus	15,63
Séd von Aszófő	13,91	13	70	HCO ₃ ⁻ —Ca ⁺⁺ —Mg ⁺⁺ — β-limno-Typus	8,5

Diese Bäche haben auf einem Gelände von abwechslungsreicher Topographie aus Quellen, Rinnsalen mit ständigem Abfluss, Bächen, sumpfigen und moorigen Gebieten und teilweise aus periodischen Wasserflüssen zusammengesetztes ein kompliziert zu nennendes Wassersystem.

Beide Bäche sind Gewässer mit direktem Abfluss und einem reichen Quellengebiet. Ihre morphologisch limnokrenen und helokrenen Quellen entspringen aus drei Niveaus.

Ein jeder dieser, innerhalb weniger Stunden abfließenden Bäche gelangt in ein Röhricht mündend, in den See. Der Unterlauf des Séd* von Aszófő kann zeitweilig austrocknen (Dürre, Wasserentziehung zu Bewässerungszwecken). Es kann sogar auch vorkommen, dass bei hohem Wasserstand das Balaton-Wasser nach rückwärts in das Bachbett strömt.

In den Bachläufen können — von der Quelle bis zur Mündung — in den Umweltsverhältnissen und parallel damit in der Lebewelt verschiedenartig gestaltete Abschnitte festgestellt werden. Der Grund hierfür ist eigentlich der Ausdruck der bei den fließenden Gewässern bekannten „Regionen“. Jedoch zeigt die Aufeinanderfolge der Abschnitte nicht einheitlich. Die für die einzelnen Abschnitte des Wasserlaufes charakteristischen Verhältnisse können wiederholt auftreten und die weiteren Strecken können sich dies von hier aus gerechnet gleichsam neuerlich wiederholen (ENTZ 1958a, S. 132—133). So finden sich z. B. bezüglich Wasserdynamik für den Unterlauf kennzeichnende Abschnitte auch in der Nähe des Quellengebietes; dafür können auch an Stellen, an denen das grössere Gefälle ein rascheres Fließen auslöst solche Abschnitte sich auch im Unterlaufe ausbilden, wenn das Bett abfällt, steinig ist oder etwa bei Schleusen. Dementsprechend wird auch die Lebewelt durch eine Abwechslung aus lotischen und lenitischen Formen gebildete Gemeinschaften charakterisiert.

* Séd = Bach (alt ungerischer Ausdruck).

Auch der Umstand, ob die Umgebung bewaldet oder Baum- und Buschfrei ist kann auf die Umweltsverhältnisse der Bachabschnitte gestaltend einwirken. Im Frühjahr entwickelt sich auch in waldigem Gelände eine reiche Algenflora, welche mit dem Fortschreiten der Belaubung schwindet.

Der wechselnd durch waldige Gegenden, felsige Täler, Wiesen, landwirtschaftlich bebaute Gebiete, menschliche Ansiedelungen fliessende Bach gelangt stellenweise auch unter kulturelle Einwirkungen. Dieser Umstand offenbart sich auf mehreren Linien. Leider befinden sich bereits unter den Algen dieser Quellen solche, welche das Saprobionten-System als mesosaprobe Organismen in Evidenz hält.* Die Gegenwart von Schwimmvögeln in den Ansiedlungen wirkt auch gebietsweise auf das Maas der *Polymorphus*-Infektion der Gammariden aus. So wird die natürlicherweise einheitliche oder sich wiederholende Gliederung durch eine allochton kulturelle „Periodizität“ gesteigert.

Dieser letztere Umstand zeigt sich auch in den bakteriologischen Verhältnissen. Die Bäche zeigen in ihrem Laufe zum Balaton immer verstärkte Verunreinigung. Am grössten ist diese Verunreinigung unterhalb eines Dorfes. Doch beweist sich auch hier die günstige Wirkung eines raschen Abflusses. Auch jährliche Verschiedenheiten können unterlaufen. Die fekale-Verunreinigung des Pécsely-Baches ist schlechter, wie beim Séd von Aszófó. Sobald die Gewässer in den See gelangen, vermindert sich die Bakterienzahl als Ergebnis der Verdünnung (TÖRÖK 1960).

Die Basis des Nahrungsnetzes dieser beiden Bäche bilden Bachpflanzen (Algen- und moosfressende Tiere!), ferner organischer Detritus, welcher grösstenteils aus allochtoner Makrovegetation, dem Laubwerk der umgebenden Wälder her stammt (die Nahrung der Gammariden).

Letzterer Umstand weist auf den inneren stofflichen Zusammenhang des Baches mit der Umgebung hin. Dieser Zusammenhang wird auch noch dadurch gefestigt, dass Insekten in der Tierwelt dieser beiden Bäche, — wie allgemein bei Bäche — eine bedeutende Rolle spielen (Simulidae, Köcherlarven in grossen Beständen), die im Wasser entwickelten Larven verlassen dieses Element als Imagines und Insektenfresser des Festlandes (Vögel usw.) verwerten die Stoffe dieser schwärmenden Massen. Insekten im Neuston und Pleuston wieder leben von, ins Wasser gefallen Landformen.

In den Bachstudien konnte auch die Wirkung des Schwebstoffes der untersuchten Bäche zur Aufgabe genommen werden, unter Beziehung eines entsprechend vorgebildeten Forschers. Durch chemische und biologische Analysen wurden auch die qualitativen und quantitativen Veränderungen in dem, aus den genannten beiden Bächen ein Jahr über fortlaufend entnommenen Proben des Schwebstoffes festgestellt. Wie es aus den Ergebnissen der ökologischen und hydrographischen Untersuchung der beiden benachbarten Bäche zu erwarten war, zeigten sich auch bezüglich der Menge des von ihnen mitgeführten Schwebstoffes in der Gleichmässigkeit desselben und der Qualität Verschiedenheiten. Der Séd von Aszófó führt dem Balaton mehr schwebendes Geschiebelsel zu, als der eine grössere Wassermenge führende Pécsely-Bach. Die Asche ergebenden anorganischen Teile wechseln parallel mit den Veränderun-

* Wenn sich auch das Saprobionten-System scheinbar nicht auf natürliche Gewässer anwenden lässt (CASPER-SCHULZ 1960), ist dieser Umstand doch überraschend. Neuestens geniessen einige der Quellen dieser Bäche einen Naturschutz.

gen der Wassergeschwindigkeit. Die quantitativen Veränderungen der ursprünglichen Komponenten des organischen Materials konnten noch nicht bewertet werden. Die in den Stoffumsatz des Sees gelangende Menge dieser Stoffe ist bedeutend weniger. (Der Séd von Aszófő führt mit seinem 25 700 kg schwebenden Geschiebsel jährlich 1840 kg Kohle, 250 kg N und 0,18 kg P in den Balaton).

Obgleich die faunistische Analyse der aus dem Séd von Aszófő eingesammelten Sediments usw. - Proben noch nicht in allen Gruppen abgeschlossen ist, so lassen sich doch zwischen den beiden Bächen verschiedene Abweichungen feststellen.

Der Unterschied offenbart sich nicht bloss in der Lebewelt, sondern auch im Chemismus des Wassers, in der Häufigkeit der periodischen Wasserläufe, der Gleichförmigkeit des Schwebstoffes der Bäche, dessen Menge u. s. w.

Die Verbreitung der Malakostraken (4 Arten) ist dem Charakter der Bäche entsprechend, mosaikenartig. Der im Pécsely-Bach häufige *Gammarus fossarum* KOCH fehlt sozusagen im Séd von Aszófő vollständig. Bei der Untersuchung des *Polymorphus minutus*-Befalls, welcher im *Gammarus roeseli* (GERV.) dort als Zwischenwirt parasitiert, bzw. seines Vorkommens, seiner Verbreitung, Häufigkeit, der Lage der Larve im Zwischenwirt, ist jene Wirkung zu erkennen, welche dieser Parasit auf das Leben des Zwischenwirtes und die Bildung seines Bestandes ausübt. Im Pécsely-Bach erreicht der Befall von *G. fossarum* stellenweise beinahe 100% und zu gleicher Zeit ist die Infektion von *G. roeseli* verschwindend gering (STILLER 1957). Im Séd, wo *G. fossarum* — wie bereits oben erwähnt, — sozusagen überhaupt fehlt, beträgt der Befall von *G. roeseli* etwa 60% (LUKACSOVICS, 1958a, 1959). Das Zentrum des *Polymorphus*-Befalles ist die Gänseschwemme von Vászoly und sein Hauptverbreitungsgebiet das Babvölgy-Tal. Im Balaton sind die Gammariden nicht befallen. Hier wollen wir auch erwähnen, dass auch die Untersuchung der Epibionten der Gammariden usw. interessante Resultate ergab (STILLER 1953, 1957).

Erwähnenswert ist auch der im Sötétrét genannten Gebiet des Wassersystems des Aszófő-er Baches gelegene, einige hundert m breite Streifen von Armleuchter-Gewachsen (*Chara hispida* L.) und in der Nähe dieses Abschnittes ober dem anorganischen Sediment befindliche, aus leicht beweglichen, lose gelagerten Beständen gebildete Blaualgen-Schicht; ein ähnliches Vorkommen wird in der limnologischen Literatur nicht erwähnt. Ebenso interessant ist die gleichfalls im Sötétrét vorkommende *Gongrosira* (Chlorophyta)-Kalkkonkretion. An der reichen Tuffablagerungen des Pécsely-Baches nehmen nebst abiotischen Vorgängen auch Balualgen, eine Chrysophyte (*Vaucheria*), Moose (*Cratoneurum*), sodann Tiere (*Rheotanytarsus*-Larve) teil. Für diesen Bach charakteristische rhebionte *Lype*-Larven fanden wir nicht im Séd von Aszófő.

All dies sind bloss herausgegriffene Beispiele. Bezüglich des Séd von Aszófő waren wir wegen der Verspätung einzelner Detailsangaben noch nicht in der Lage, ein zusammenfassendes Bild zu geben, wie es uns vergönnt war, im Falle des Pécsely-Baches zu tun. Erst wenn wir über ein solches Bild verfügen, können wir den Vergleich dieser beiden Wasserläufe von verschiedenen Gesichtspunkten aus meritorisch antstellen.

Zur Serie der Bach-Studien gehört auch sowohl nach Gebiet, als auch dem Inhalte nach im Wassersystem der Bäche die Analyse der ans Wasser gebundenen pflanzlichen Assoziationen (KOVÁCS—FELFÖLDY 1958, 1960). Im Falle des Séd verweisen Autoren auf die scharfe Parallelität zwischen den

Phytozönosen und dem Chemismus des Wassers: die, die Bäche limnologisch kennzeichnenden Abschnitte erweist sich auch in der Aufeinanderfolge der pflanzlichen Assoziationen. Hinsichtlich des Pécsely-Baches konnte festgestellt werden, dass die unmittelbar vom Wasser abhängigen Assoziationen längs des Baches in erster Linie auf die im Bachbette selbst lebenden *Glycerieto-Sparganium* Varianten beschränkt bleiben. In der Vegetation der Umgebung der beiden Bäche besteht kein wesentlicher Unterschied. In den Quellengebieten des Pécsely-Baches macht sich der — hier leider schädliche — menschliche Einfluss bemerkbar.

Laut SCHMASSMANN, „Auch bei der rein wissenschaftlichen Untersuchung von Gewässern ist zu beachten, dass sowohl der Wasserchemismus als auch die Lebensgemeinschaften nur Ausdruck des äusseren und inneren Stoffhaushaltes sind. Nicht diese statisch feststellbaren Eigenschaften als solche, sondern die dynamischen Stoffkreislaufprozesse verschiedenster Grössenordnung sind das Bezeichnende des Gewässers“. Über den Séd von Aszófó, sein kompliziertes Wassersystem und über einige benachbarte kleinere Wasserläufe erhalten wir etwa 20 Faktoren bei Bewertung von, zu verschiedenen Tageszeiten und Jahreszeiten gesammelten Daten und bei Berücksichtigung der tageszeitlichen Tätigkeiten der Massenvegetation ein lebendiges Bild (ENTZ, B. 1958a). Der die Untersuchungen vornehmende Forscher erkennt in diesen kleinen Wasserläufen die „longitudinale Sukzession“ (ODUM). Autor hofft auf Grund ähnlicher Erwägungen durch Untersuchung von hoch kalkhaltigen Bächen die Typologie solcher Bäche ausarbeiten zu können.

(Es waren dies die Bemühungen, welche wir uns bei Beginn der Bach-Forschungen zu Tihany als fernere Ziele gesetzt hatten.)

Im Kapitel „Primäre Produktion“ dieser eingehenden Studie berechnet der Autor, angeregt durch ausländische Studien, die Tagesproduktion eines, mit Wasserpflanzen bewachsenen kleinen Wasserlaufes (Rom-Bach). Auf Grund der zur entsprechenden Tageszeit entnommenen Wasserproben gewonnener Daten bezüglich des O₂-Gehaltes beträgt die Produktion des genannten Baches bei einer Ausdehnung von etwa 0,01 Katastral-Joch bei „grober Schätzung“ jährlich 42 kg organisches Material.

Die Bach-Forschungen haben ein Detail der Landschaft des Balatons in grossen Zügen aufgezeichnet und haben auch von allgemeinen limnologischen (ökologischen) Gesichtspunkten aus wertvolle Ergebnisse gezeitigt. Sie führen anschaulich die Verknüpfung von Wassergebiet und Umgebung vor Augen, welche Zusammenhänge die Limnologie als eines der Ergebnisse des Studiums der tropischen Gewässer heute immer mehr betont (SIOLI).

Kis-Balaton

(Der Kleine-Balaton)

Der Kis-Balaton stellt gleichsam ein Bild jenes Zustandes dar, zu welchem ein für sich selbst überlassenes stehendes Gewässer unter natürlichen Verhältnissen im allgemeinen in einem schnellerem oder langsamerem Tempo fortschreitet.

Der, in geschichtlichen Zeiten noch mit dem Wasserspiegel des grossen Sees verbunden gewesene Kis-Balaton, welcher seinerzeit das Wasser des Zulaufes der bei einer trichterartigen Mündung aufgenommen hatte, bildet

heute ein vom „ungarischen Meer“ abgetrenntes sumpfiges, rohr- und schilfbewachsenes Gebiet. Der immer kleiner werdende Rest seines einstigen Wasserspiegels ist heute aus dem Balaton auf dem Wasserwege nicht mehr zu erreichen.

VARGA L. skizziert in seiner Rotatorien-Studie die Entstehung des Kis-Balatons wie folgt (VARGA 1946):

Der grosse See trug selbst durch Bildung eines Nehrungssystems, im Verein mit dem Geschiebe des Zalaflusses zum Verfall des Kis-Balaton als Wassergebiet bei. Dies wurde durch die vermutlich grössere Seichtigkeit dieses Seeteiles, dortige Inselbildungen sowie, — als die Zeit dazu reif geworden war, — durch Platzgreifen der Sumpf- und Wasserpflanzenwelt erleichtert.

Zur Römerzeit führte bei Fenékpuzta an der engen Übergangsstelle eine strategische Kriegsstrasse über diesen Seeteil. Im Anfang des vorigen Jahrhunderts wurde zwischen den Comitaten Zala und Somogy ein 1300 m langer Damm an der Fahren-Übergangsstelle gebaut. Also wurde der Kis-Balaton durch die Natur selbst und dem Zutun von Menschenhand vom grossen See abgeschnürt. Diese Vorgänge besiegelten das Schicksal des Kis-Balaton. Der Damm der Eisenbahnlinie Keszthely—Balatonszentgyörgy überquert das einstige Seebecken.

In den dreissiger Jahren unseres Jahrhunderts wurde der durch den Kis-Balaton fliessende Abschnitt den Zala zwischen schnurgerade geführte Dämme eingezwängt und dadurch die unmittelbare Verbindung des Zalaflusses — grosse Überschwemmungen ausgenommen, — mit dem Kis-Balaton abgeschnitten. Die beiden übriggebliebenen freien Wasserflächen erstrecken sich kaum auf etwa 1 km², die Inseln machen etwa 2,14 km² aus und die Röhrichte können auf etwa 13,48 km² angesetzt werden.

VARGA hat aus einer in Sommer vorgenommenen Netzprobe 112 Rotatorien-Arten und 9 Varietäten aufgezeichnet. Unter den gefundenen 42 Arten sind nur 9 planktonbiont, die übrigen sind aus sonstigen Biotopen hinzugekommene Gastformen. Letztere sind in den Beständen der submersen Pflanzen (*Ceratophyllum*, *Myriophyllum*) ansässig oder leben an Pleustonpflanzen (*Nuphar*, Wasserlinse) angeheftet. Die meisten Arten sind stenotop und durch einen Zwergwuchs charakterisiert.

Sein, teilweise als Reservat unter Schutz gestelltes, teilweise bereits landwirtschaftlich bebautes Gebiet lockt mit seiner überaus reichen Vogelwelt auch heute die Ornitologen an (HOMONNAY 1959, KEVE—BERETZK—SCHMIDT 1959, VARGA K. 1959).

Die Forschungen der Zoologischen Abteilung des Naturwissenschaftlichen Museums erschliessen die einzelnen Details der Tierwelt (ÉNIK 1953, KOVÁCS 1953, SZALAY 1955, GOZMÁNY 1956, Siehe auch PINTÉR 1957).

Mit der geologischen Entwicklung der Torflagerungen dieses Gebiets hat sich JASKÓ befasst (1947).

Die Umgebung des Balatons

Bei der Besprechung der einflussenden Gewässer und des Kleinen-Balatons waren wir gezwungen, auch auf fernere Gebiete des Wassersystems des Balaton überzugreifen. Im Folgenden wollen wir uns auch noch mit sonstigen Einzelheiten beschäftigen.

Die Halbinsel von Tihany

Die in geomorphologischer, topographischer, mikroklimatischer Pflanzen- und Tiergeographischer usw. Hinsicht wertvolle Halbinsel von Tihany ist ein auf 12 km² sich erstreckendes, gleichsam als Insel abgeschnürtes Festland — man könnte sagen — im Seegebiet. Es ist ein Teil der Balatongegend, welches bereits seit den ältesten Zeiten unter kulturellem Einfluss steht (UDVARDY 1947, S. 62).

In der Zeitperiode 1946—1960 befassten sich einige Studien mit ihren Gewässern und deren Tierwelt, teilweise in moderner Beleuchtung. Die neuen Ergebnisse ergänzen in wertvoller Weise unsere bisherige Kenntnisse bezüglich der Halbinsel (ENTZ—SEBESTYÉN 1940 S. 128—130, 1946 S. 376—378). Das Material zur Abfassung einer ernstlichen Synthese, die auf die Mängel und auf weitere Möglichkeiten hinweisen würde, ist fast fertig. Eine ausführliche Synthese wäre zeitgemässer, da das in gesteigertem Tempo fortschreitende Anwachsen des „kulturellen“ Einflusses auf dem, heute bereits als „Landschafts-Schutzgebiet“ erklärten Gebiet auch die Aufrechterhaltung des ursprünglichen Charakters der unter „Schutz“ stehenden Flecke gefährdet.

Die Einleitung der unter dem einfachen Titel „Die Moosflora der Halbinsel Tihany“ jüngst erschienenen Arbeit (BOROS—FELFÖLDY—VAJDA 1958) fasst in Kenntnis unmittelbarer Erlebnisse und der bezüglichen Literatur unter Bewertung der bisherigen Ergebnisse kurz all das zusammen, was man heute über die Halbinsel als Lebensraum und über ihre Lebewelt wissen soll. Sie gedenkt auch des Wertes, welcher die leichte Zugänglichkeit dieses Gebietes dem Naturforscher bietet.

Vom Standpunkt der Erforschung des Balatons als stehenden Wasser zeigt sich der auf der Halbinsel liegende Teich Belső-tó besonders interessant, da die beiden Seen zu einem vielfältigen Vergleich Gelegenheit bieten.

Es ist nicht bekannt, auf welche geologische oder hydrographische Ursachen die zu Anfang der vierziger Jahre erfolgte Veränderung des limnischen Charakters dieses Teiches zurückzuführen ist. Von den eine hervorragende Gelegenheitsaufgabe bietenden, im Jahre 1951 organisierten limnologischen Forschungen waren wertvolle Ergebnisse umsomehr zu erwarten, als uns aus den dreissiger Jahren, nebst einzelnen Detailstudien ein übersichtliches Bild über den Teich und den früheren Zustand des dortigen Wasserlebens zur Verfügung steht (Aufnahme von 1938—39, JACZÓ—MANN 1940). Aus dem damals noch mit Schilf und submersen Pflanzen dicht bewachsenen, abflusslosen Teich ist infolge des aus unbekanntem Gründen verschwundenen Pflanzenwuchses, dem Steigen und Permanentbleiben des Wasserspiegels beinahe ein „see-artiges“ Stehwasser geworden (MEGYERI 1951).

Von dem Plan wurden bedauerlicherweise nur einige auf den Chemismus des Wassers und auf das Plankton bezügliche Einzelheiten verwirklicht. Laut diesen hat sich das chemische Bild des Wassers, die Zusammensetzung des Zooplanktons, verglichen mit dem letzten Abschnitt der dreissiger Jahre, verändert (ENTZ 1951b, MEGYERI 1951). Die Aufarbeitung der Daten der zu Ende der fünfziger Jahre wiederholten komplexen Aufnahmeserien ist derzeit im Gange. Im Jahre 1959 erschien eine, aus den Planktonproben-Serien, welche zu Beginn und Ende des letzten Dezenniums entnommen wurden, zusammengestellte Kieselalgen-Liste. In derselben Arbeit finden wir auch

Hinweise auf quantitative Veränderungen in anderen Algengruppen (TAMÁS 1959).

Aus dem Material des Belső-tó Teiches stammt auch jene Reinkultur, auf Grund deren der wechselreiche Formenkreis der Zönobien von *Pediastrum boryanum* (Grünalge) in Typen eingeteilt werden kann (UHERKOVICH 1959.) Andere Reinkulturen ähnlichen Ursprunges boten Material für algenphysiologische Untersuchungen (FELFÖLDY 1960).

Die Autoren lenken die Aufmerksamkeit, nach gründlicher Untersuchung der Moosflora (130 Arten), welche sie Jahre hindurch zu verschiedenen Jahreszeiten vorgenommen hatten, nebst mit grosser Fachkenntnis durchgeführten Analysen und unter Betonung des xerothermen Charakters der Halbinsel auf die Wirkung der Kalkhältigkeit des Bodens, beziehungsweise seiner basophilen Beschaffenheit auf die Pflanzenwelt. Sie bemerken unter Einem, dass auf der ganzen Halbinsel, — wenigstens nach unseren heutigen Kenntnissen — keine richtigen acidophilen Fundorte anzutreffen sind, obgleich an der Oberfläche der auf der Halbinsel reichlich vorkommenden Geysirkegel an den „herauspraeparierten“ Quarzadern und an der Fuss des Geyzirit-Formationen einige acidophile kalkfeindliche Moosarten angetroffen werden können. Über die Moosflora der Halbinsel erhalten wir ein übersichtliches Bild durch eine systematische und dem ökologischen Charakter des Fundortes entsprechende Gruppierung (BOROS—FELFÖLDY—VAJDA 1948).

Auch an dieser Stelle müssen wir eine, — früher bereits genannte — Studie erwähnen, welche sich auf die Uferregion des Balatons bezieht, der jedoch gleichzeitig auch in der Literatur der Halbinsel von Tihany eine Stelle zukommt. Im Laufe einer Untersuchung an den nördlichen Ufern der Halbinsel bezüglich des Vorkommens der Tardigraden in den Moospolstern, war festzustellen, dass ihr Vorkommen, — obzwar die Tardigraden sich vom Moos ernähren, — nicht an einzelne Arten, sondern an Moosassoziationen gebunden ist. Der Bruchteil der im Supralitoral zonenweise vorkommenden, botanisch eine Einheit bildenden Moosassoziation kann hinsichtlich des Vorkommens der Tardigraden in zwei Subassoziationen geteilt werden: in der Wasserlinie nahe liegenden Zone kommen keine Tardigraden vor; höher ist eine ökologisch und systematisch variable Tardigraden-Fauna anzutreffen, im Gegensatz zu der in Moospolstern des epilitoralen *Agropyretums* lebenden, ziemlich eintönigen Tardigradenfauna (FELFÖLDY—IHAROS 1947, IHAROS 1947).

In einer anderen Arbeit heisst es: „... die Halbinsel von Tihany bildet für immer wieder neuere Methoden einander fernstehender geländeforschenden Wissenschaftszweige ein wahrhaftig richtiges Experimentsgebiet...“ (BOROS—FELFÖLDY—VAJDA 1958, S. 293). Mit dieser Anschauung verweisen die Autoren gerade auf solche Studien, deren wir auch hier Erwähnung tun müssen. Die, auf exakten quantitativen Aufnahmen beruhenden bioökologischen Erforschungen haben sowohl auch botanische, als auch zoologische Schulen entwickelt und reiche Ergebnisse in unserem Lande erzielt. Wir wissen, dass die Botanik (Soó) in dieser Hinsicht der Zoologie weit voransteht. Die Werke von BALOGH J. (1953, 1958) geben Zeugnis einer kraftvollen Entwicklung der heimatischen Zooökologie.

Wir wollen hier einiger, auf der Halbinsel von Tihany in der letzten fünfzehn Jahren vorgenommenen ökologischen Studien im Folgenden gedenken:

Die Daten der für das Überschwemmungsgebiet des Teiches Belső-tó kennzeichnenden und auf die Zusammensetzung der Pflanzenzönosen vom *Nanocyperion* Typ bezüglichen phytozöologischen Aufnahmen (September 1948) führen, nach Analyse und Bewertung der Umweltsverhältnisse der Standorte (bodenkundliche, meteorologische, Wasserversorgungs-Verhältnisse u. s. w.) sowie unter Berücksichtigung des Vorkommens polyploider Elemente zu der Feststellung, dass die edaphischen Faktoren in der Bildung von Zönosen des *Nanocyperion*-Types nicht entscheidend sind. Die in der Nähe des Wassers aus Zwergformen gebildeten Zönosen können mit dem Fortschreiten der Vegetationsperiode, das Vorkommen der Polyploiden mit den Lichtverhältnissen in Zusammenhang gebracht werden (FELFÖLDY 1949/50).

Die Vogelstudien (UDVARDY 1947) wurden auf der Halbinsel zur Zeit des Nestbaues vorgenommen, in welcher Zeit der Vogel am ehesten an seinen Standort gebunden ist. In 14 biochoren Typen konnte das Nisten von 88—94 Arten festgestellt werden. Der Autor konnte bei seinen zöologischen Aufnahmen (ein wiederholtes Aufsuchen von 19 Standorten auf einem Gebiet von 76 Hektaren) einige Charakteristika (Abundanz, Dominanz) feststellen. Im buschigen und waldigen Gelände fällt der Nistort und das Gebiet der Nahrungssuche bei den meisten Arten nicht zusammen; bei diesen Arten ist die angewandte Methode (PALMGREN) zur Ermittlung anderer Kennzeichen; Charakterarten, Treuegrad, (Fidelitas) nicht geeignet. Zur Feststellung der Konstanz und Frequenz muss auch der Zeitfaktor in Betracht gezogen werden, da die Rolle des Vogels zu verschiedenen Zeiten und in verschiedenen Gemeinschaften gleichfalls verschieden ist.

„...die in unserem Lande allmählich immer mehr verbreitenden biozönotischen Forschungen...“ (NAGY B. 1949/50) nehmen zu ihrem, auf die Halbinsel von Tihany bezüglichen Thema die Grashüpfer als Beispiel. Der Autor hatte bereits die Faunula der Saltatoren auf der Halbinsel studiert (NAGY 1948), bevor er sich quantitative und qualitative zöologische Studien zuwandte. Diese letzteren stellte er zur Mitte der Vegetationsperiode einen Monat hindurch an 4625 Tieren in 50 Arten und 6 ökologische Gruppen an. Von seinen 43 Aufnahmen sind 6 Aufnahmen quantitativ (Individuenzahl, Gewicht). Die gründliche Untersuchung des reichhaltigen Materials und die vielseitige Bewertung der Ergebnisse gewährt einen statischen Querschnitt der Saltatorien-Population der Halbinsel zur gegebenen Zeit. Aus den zweckmässig aufgearbeiteten Daten konnten qualitative und quantitative (relativ und absolut) zöologische Kennzeichen festgestellt werden. Autor verweist auch auf die Fehlerquellen, welche sich in erster Linie aus der verschiedengradigen Beweglichkeit der wechselreichen Zusammensetzung des Grashüpfer-Materials ergeben. Bei einem Vergleich mit vorjährigen Daten aus Tihany gelangt er zu der Ansicht, dass eine Veränderung der quantitativen Verhältnisse in den Angaben der verschiedenen Jahre nicht wesentlich ist, und dass sich in dem quantitativen Vorkommen der dominanten Arten auf entsprechenden ökologischen Gebieten keine Abweichungen zeigen.

Alle biozönotischen Aufnahmen ergaben auch zugleich wertvolle Florenbeziehungsweise Faunen-Listen.

Hier wollen wir die Aufmerksamkeit darauf hinlenken, dass eine neuerliche Wiederholung der — etwa vor anderthalb Jahrzehnten vorgenommenen biozöologischen — und besonders ornithologischen Aufnahmen recht wertvolle Ergebnisse bringen dürften.

Die an den südlich gelegenen Löss-Wänden lebende Mauerwespe (*Odine-rus spiricornis*) und ihre bemerkenswerte Bautätigkeit bildete den Gegenstand mehrerer wertvoller ökologischer Arbeiten (MÓCZÁR 1940, 1960).

Die auf die besprochene Zeitperiode entfallende Zahl der rein faunistischen Forschungen ist bedauerlich gering. Sowohl die Tardigraden-Studie (26 Arten, IHAROS 1947), als auch die Orthopteren-Studie (52 Arten, NAGY 1948) bemessen das Vorkommen in Verbindung mit ökologischen Anspruch der Arten und dem Milieu-spektrum der Umwelt. Aus einem ausgetrockneten Moospolster gelang es eine, in die Fauna der Halbinsel wohl hineinpassende „neue“ xerotherme Rotatorie zur notieren (VARGA 1948).

Von der Halbinsel stammendes Material bildet den Gegenstand zweier Studien, welche weniger lokale Beziehungen zukommen, als den obenerwähnten. Aus der Analyse der Mikrofauna der in der Dachrinne eines Gebäudes am Balatonufer gebildeten Moospölster (*Syntricha ruralis* L.) (BRID) erhellt deren Variabilität (Flagellata, Amoebina, Testacea, Ciliata, Rotatoria, Tardigrada und Nematoda). Die schöne Liste bietet ein gutes Beispiel dafür, dass mehrere Gruppen der Lebewelt der Binnen-gewässer ein zeitweiliges Austrocknen vertragen können und dass Wasserformen in getrocknetem Zustand auch auf dem Luftwege sich verbreiten können. Die Sporen der erwähnten Moospölster war gleichfalls auf dem Luftwege (Wind oder durch Vögel) in die Dachrinne gelangt. Die aufgezeichneten Tierarten sind euryöke und eurytope Formen (VARGA 1960). Schade, dass der Autor das diese kleine „Assoziation“ verbindende Nahrungsnetz nicht ausgearbeitet hat.

Eine kürzere Arbeit bringt das Zustandekommen einer auf dem Gebiet der Halbinsel in einem kleinen Betonbecken vor 20 Jahren beobachteten Wasserblüte von *Euglena* mit den damaligen meteorologischen Verhältnissen in Zusammenhang, wobei er zugleich auf den Wert von derartigen Erscheinungen überliefernder Volksglauben hinweist (KISS 1958).

Der See von Hévíz

Eine vom hydrogeologischen, geographischen und balneologischen Gesichtspunkte aus gleicherweise bemerkenswerte Erscheinung der Balaton-Gegend ist der See von Hévíz, die grösstausgedehnte Therme Europas. Von hydrogeologischen und balneologischen Gesichtspunkten aus wurde er auch neuestens gründlich studiert (PANTÓ 1949, CZIRÁKY 1954, 1957, 1957a, CSAJÁGHY—FRANK—PAPP, F.—PAPP, SZ.—SCHULHOF 1957). Wollen wir uns einige auf den See bezügliche Daten ansehen:

Lage über dem Meeresspiegel: 109,6 m

Oberflächenausdehnung 47 500 m². hievon 210 m² über einer Tiefe von 30 m,

grösste Tiefe 35,6 m

Temperatursgrad der Quelle 38 C°

Wasserertrag durchschnittlich 36 000 Liter/min

Die den See in unserem Zeitalter speisende Quelle ist jetztzeitlichen Ursprunges (CSAJÁGHY und Mitarbeiter 1957).

Vom Gesichtspunkte des Wasserhaushaltes des Balatons, und besonders der Gestaltung der in der Bucht von Keszthely herrschenden Umweltsverhältnissen ist der bedeutende Wasserertrag (600 Liter/sec, CHOLNOKY) des Hévíz—Páhook-er Gürtelkanals, dessen Wasser durch Vermittlung des Zala-Flusses in den Balaton gelangt. Der bei der Eisenbetonbrücke des Hévíz-Kanals gemessene mittlere Wasserertrag (1951—1954) ist auch nur wenig höher, als dieser (652 Liter/sec, CZIRÁKY 1957a).

Es würde sich verlohnen an dieser, unzweifelhaft spezielle Umweltsverhältnisse bietenden hydrologischen Einheit Grundforschungen auch vom limnobiologischen Gesichtspunkte aus vorzunehmen.

Methodik

Einen Hinweis auf die Methodik (neuere Methoden, Modifikationen, etc.) finden wir fast in allen Studien. Im Nachfolgenden sollen einige solche methodologische Arbeiten aufgezählt werden welche zugleich auch den Balaton berührende Daten enthalten. (FÁBIÁN 1951, ENTZ 1958, LUKACSOVICS 1958b, c, 1959a, MAUCHA 1949a, WOYNÁROVICH 1959a), oder welche für Zwecke der Balatonforschung ausgearbeitet wurden (SEBESTYÉN 1951a, WOYNÁROVICH 1958, 1960).

Verunreinigungen, hygienische Verhältnisse

Die Steigerung der Besiedlungsdichte in der Balaton-Gegend und die nach dem zweiten Weltkrieg und der darauf folgenden Jahre eine Zeit ungeordneten öffentlichen Zustände drückten auch der Trophie des Balatonwassers ihren Stempel auf (SEBESTYÉN 1953). Im Gefolge des Aufschwunges des Wasser- Verkehrs und der immer fortschreitenden Ausnützung der Gegend als Erholungsort sowie des Umstandes, dass Industrieanlagen auf dem Niederschlagsgebiet des Sees sich immer mehr entwickeln und neue derartige Anlagen entstehen, tritt die Frage der Verunreinigung des Balatonwassers immer stärker in den Vordergrund (LESSENYEI—MUHITS 1953, PAPP, Sz. und Mitarbeiter 1960).

Jede in der Umwelt eingetretene Veränderung wirkt unbedingt auch auf die Lebewelt des Wassers aus. Der Einfluss der „Kulturellen Tätigkeit“ zeigt sich am stärksten in der Warmwasserperiode jener Zeit, welche durch die Erholungsbedürftigen ausgenützt wird, obgleich sie auch sonst fortgesetzt zu verspüren ist. Die mehr oder minder fortlaufenden Einwirkungen melden sich in den Umweltverhältnissen zeitweilig und stossweise. Es ist kein zufälliges Zusammentreffen, dass wir die in 1944 und 1956 aufgetretene Invasion von *Mougeotia* im Spätherbst aufgezeichnet hatten (Siehe S. 235). Beide Erscheinungen waren so beschaffen, dass sie im Felde kein Aufsehen erregten, jedoch in den konzentrierten Netzproben und bei den Untersuchungen im Laboratorium zum Vorschein kamen. Diese Erscheinung kann demnach auch sonst vorgekommen sein, nur war sie der Aufmerksamkeit entgangen. Im Sommer des Jahres 1960 und 1961 war jedoch eine Wasserblüte von Blaualgen auch mit freiem Auge auf grossen Flächen des offenen Sees zu erkennen. Auch eine Planktoninvasion kann im Gefolge einer Umweltsänderung auftreten, doch

verweist die Wasserblüte in jedem Fall auf eine wesentliche Veränderung der Umweltsverhältnisse hin und kann von ernstlichen Folgen begleitet sein.

Heutzutage liegt in den hydrologischen, kulturellen und sozialen Maßnahmen das Hauptgewicht auf die Frage der Förderung der Erholung. Dabei müssen selbstverständlich auch die hygienischen Verhältnisse berücksichtigt werden. Von diesem Gesichtspunkte aus muss neben der Trinkwasserversorgung der Frage der Abwasserbeseitigung peinlichste Sorge zugewendet werden. (Von den die Trinkwasserversorgung der Balatonumgebung behandelnden Literaturangaben sollen folgende erwähnt werden: PAPP, Sz. 1952, PÁTER, J. 1952, ILLÉS, Gy. 1963, TÖRÖK, P. 1954. etc.). Infolgedessen bedeutet die Frage der Verunreinigung des Sees heute nicht mehr bloss eine limnobiologisch wichtige Frage, sondern ist zu einer erstklassigen hygienischen und volkswirtschaftlichen Angelegenheit vorgerückt. Wenn wir auch anerkennen müssen, dass dem Balaton eine Menge solcher wertvoller Gegebenheiten zukommen, welche die schädlichen Wirkungen einer Ansteigens der „Trophie“ eindämmen, wäre es nicht überflüssig, auch an dieser Stelle den vor Jahren aufgetauchten Gedanken wieder aufzugreifen, inwieweit die aus dem windreichen Klima des Balaton fliessenden günstigen wasserdynamischen Eigenschaften der Steigerung schädlicher Auswirkungen einer anthropogenen Einwirkung ein Gegengewicht entgegenstellen können? (SEBESTYÉN 1958d, S. 337). Das seichte Becken und die geringe Wassermenge stehen nämlich nicht im direkten Verhältnis mit der irreführend weiten Ausdehnung des Wasserspiegels des Sees. Freilich muss zugestanden werden, dass vom Standpunkt der Geltendmachung des Windganges die Seichtigkeit und die umfangreiche Wasserfläche günstige Faktoren darstellen. Bei der Bewertung der im Rahmen der Grundforschungen (wasserchemische, bakteriologische, biologische Forschungen) gewonnenen Daten muss die menschliche Einwirkung nicht allein in Betracht gezogen werden, sondern man muss diese ständig vor Augen halten.

Zu diesem Kapitel gehören die durch die Zoologische Abteilung des Naturwissenschaftlichen Museums in Verein mit dem Staatlichen Institut für Hygiene vorgenommenen Untersuchungen bezüglich der, die Malaria übertragenden Stechmücken, in deren Folge wirksame hygienische Massnahmen getroffen wurden (SOÓS—MIHÁLYI 1952, MIHÁLYI und Mitarbeiter 1952, 1952—53, 1953, 1954, 1955, 1956, 1956a).

Forschungsgeschichte

Der Vollständigkeit halber seien noch einige forschungsgeschichtliche Werke aufgezählt, von denen zwar einige ausserhalb der besprechenden Zeitperiode fallen (SEBESTYÉN 1945, WOLSKY 1946, HORVÁTH, J. 1954, „Zehn Jahre der ungarischen limnologischen Forschungen“ 1955, — ohne Nennung des Autors — SEBESTYÉN 1955a, SELLERY 1956, SEBESTYÉN 1958d).

Gleichsam als Appendix soll hier auch noch die Aufmerksamkeit auf einige der, in kultureller Beziehung unmittelbar die Umgegend des Balaton betreffende Studien von LUKÁCS, K. gelenkt werden (LUKÁCS, K. 1946, 1948, 1951).

Zusammenfassung

Einleitung (19, 163, 229).*

Die letzte Zusammenfassung der Forschungsergebnisse bezüglich des Lebens des Balatons datiert vom Jahre 1946. Die Ergebnisse der in den seither verflossenen 15 Jahren (1946—1960) durchgeführten Forschungen werden vom Autor ausser der Einleitung in 16 Kapiteln besprochen. Die Zahl der in Betracht gezogenen Werke, — abgesehen von den nur Daten enthaltenden (66 Stück), ferner von einigen nicht in die zu erörternde Zeitperiode entfallenden Abhandlungen (18 Stücke) — beläuft sich auf mehr als 200 Arbeiten.

1. *Alter des Balatons und seine limnische Entwicklung* (8, 9, 10, 100, 284).

Die pollenanalytische Studie ZÓLYOMI-s(100), in welcher der Autor seit dem letzten Interglazial die Entwicklungsgeschichte der Vegetation Ungarns untersuchte, brachte auch wertvolle Ergebnisse in Bezug auf unseren See zu Tage. Hiernach entstand „... der Balaton erst am Ende des letzten Glazials nach dem Maximum des Würm III vor etwa 15—20 Tausend Jahren...“ Parallel mit der Gestaltung der Pflanzendecke und des Klimas lassen sich in der Geschichte des Sees etwa 10 limnische Fazies unterscheiden. Das Pollendiagramm vermag zufolge der, die obersten Schichte des Sediments störenden und für den See bezeichnenden wasserdynamischen Eigenheiten kein entsprechendes Bild der Veränderungen der jüngsten Abschnitte zu geben. Eine genauere Annäherung des Zeitpunktes der Entstehung des Beckens beziehungsweise des Sees kann von einer zusammenarbeitenden Forschung verwandter Wissenschaftszweige erwartet werden. Verfasserin lenkt die Aufmerksamkeit auf die Wichtigkeit einer Untersuchung der Mikrofossilien im Bohrungsmaterial auf limnobiologischen Gebiet hin.

2. *Hydrologie* (85, 88, 90, 104, 194, 195).

Die Verbindungen des Forschungsinstitutes zu Tihany mit dem Wissenschaftlichen Forschungsanstalt für Wasserwirtschaft und mit der Ungarischen Hydrologischen Gesellschaft (Balaton-Synposien), trugen günstig und fördernd zur Klärung zahlreicher Probleme dieser hydrologischen Einheit bei. Verfasserin bespricht sodann die vieljährige durchschnittliche Wasserbilanz des Balatons, sowie die wichtigsten kennzeichnenden Daten zusammenfassend nach SZESZTAY (1959).

3. *Allgemeine Zusammenfassung* (33, 60, 129, 138, 173).

Der Balaton als Ökosystem wird im Rahmen der verständlichen Wissenschaft in 2 Werken aufgezeichnet. Diese berühren auch die Zukunft des Sees (173), eröffnen das Wesen des Lebens im Wasser (138). Die mit den modernen Gesichtspunkten der biologischen Erforschung unseres Sees sich befassenden Arbeiten weisen auch auf die damals bevorstehenden Aufgaben hin (33, 60).

4. *Der Balaton als Umwelt* (45, 70, 83, 87, 113, 133, 174, 176, 205).

Diese Arbeiten weisen hin auf:

a) die das Klima der Balatongegend bestimmenden meteorologischen und geographischen Faktoren, welche die Gestaltung des Klimas dieses seichten Sees gestalten und berühren auch den Einfluss des Sees auf die Umgegend (83).

b) eingehende, zum Zwecke der Kenntnis der Gestaltung des Chemismus des Balaton-Wassers vorgenommene Untersuchungen führten zur Feststellung, dass nebst dem Typus des Wassers die Mündung der Bäche und des Zala-Flusses einen besonderen Typus darstellen, ebenso auch das seichte Wasser der sandigen Somogyer Ufer, ferner das Wasser der sumpfigen Gebiete hinter den Röhrichte (87, 146). Der Ionen-Haushalt des Balatons wird durch den Abfluss des Sió im Gleichgewicht gehalten, die Anhäufung organischen Detritus beeinflusst die Zukunft des Sees in ungünstiger Weise (174).

Versuchsweise durchgeführte Forschungen mit Algenkulturen ergaben, dass N und P in genügender Menge im Balatonwasser enthalten sind. Auch freie Kohlensäure konnte in Spuren nachgewiesen werden (176).

* Die im Klammern (0000) angegebenen Zahlen geben die Nummern der im Literatur-Verzeichnis angeführten Werke an.

Im winterlichen Balaton werden teils auf die zahlreichen, das Wasserklima gestaltenden Faktoren bezüglichen (45), teilweise die Analyse der zufolge der biologischen Tätigkeit der Wasserpflanzen im Eise entstehenden Blasen bzw. der in diesen enthaltenen Gase betreffende Untersuchungen (133) vorgenommen. Ebenso geschahen auch Untersuchungen zur Aufklärung der Entstehung und des Wesens der am nördlichen Ufer seit Langem bekannten sogenannten „Heves“ und anderer „eisfreien Stellen“ (205).

Auch über die bei ausserordentlich niedrigem Wasserstande eintretenden hydrochemischen Veränderungen bekommen wir Bilder vorgeführt (70).

Trotz der auf das ganze Seegebiet ausgedehnten und überaus viel Daten verarbeitenden Untersuchungen haben wir noch immer kein klares Bild über die physiographischen Eigenheiten des Balatonwassers, welche die biologischen Charakterzüge des Sees erklären könnten.

Die von balneologischen Gesichtspunkten aus geführten Schlammuntersuchungen beziehen sich auf den Schlamm des Gytija-Typus. Die Abweichung in der Zusammensetzung der in Buchteingängen bzw. vor Röhrichten entnommener Proben verweist auf die Bedeutung der biologischen Vorgänge hinsichtlich der Sedimentsbildung (113). (Siehe *Tabelle 7*. S. 226.)

Auf die Sedimentation bezügliche sonstige Studien (192, 221) siehe unter dem Kapitel „Abbau“.

5. *Algenflora* (141, 180, 196).

Über die heutigen Kenntnis der Algenflora unseres Sees und über die bezügliche reichhaltige Literatur bieten uns zwei zusammenfassende Werke (141, 196) einen Abriss: demnach kennen wir heute 516 Kieselalgen und 714 sonstige Algenarten aus dem Balaton, zu welcher letzteren noch 22 hinzukommen (180). Diese Ergänzung ist dem Umstande zuzuschreiben, dass neuerdings Forschungen auf bisher planmässig nicht erforschten Gebieten des Sees vorgenommen und andererseits, dass zu den Forschungen mehrere Algologen hinzugezogen wurden.

6. *Faunistik* (28, 29, 34, 50, 51, 52, 72, 97, 99, 111, 140, 140a, 155, 163, 169, 177, 198, 204, 209, 210); siehe auch noch andere faunistische Daten S. 216.)

Unter den zahlreiche Daten aufzählenden Werken, die unsere Kenntnisse der Seefauna zweifellos wertvoll ergänzen, behandeln nur zwei das Vorkommen einzelner Tiergruppen (Gastrotricha, Chironomida) im Balaton (52 bzw. 204).

Mit Parasiten befassen sich gleichfalls nur wenige Studien (39, 57, 58, 59).

Die Detailstudien lenken die Aufmerksamkeit einerseits auf die bedeutenden Lücken in unserer Kenntnis der Tierwelt unseres Sees und andererseits darauf, dass eine ganze Reihe interessanter und neuer Daten zum Vorschein kommt, wenn wir uns mit der Seefauna irgendeinem „Sub-Biotop“ befassen.

Die Notwendigkeit einer neueren faunistischen Aufnahme erhellt aus folgenden Erwägungen bzw. Umständen:

a) Seit der faunistischen Aufnahme der Balaton-Kommission sind bereits etwa 65 Jahre verflossen;

b) um die Mitte der dreissiger Jahre erfolgte eine auffallende Veränderung in der Fauna des Sees;

c) aus fischwirtschaftlichen Gründen und Fischerei-Rücksichten waren gewisse Eingriffe erfolgt (121);

d) die Verbreitung pontischer Formen in westlicher Richtung (116, 125, 137, 162) und von anderwärts in europäische Gewässer erfolgte Einwanderungen haben auch ihre Einwirkungen auf die faunistische Zusammensetzung unseres Sees.

7. *Der Ufergürtel* (5, 23, 25, 29, 34, 35, 38, 44, 49, 50, 70, 79, 126, 135, 137, 139, 140, 143, 151, 155, 169, 170, 178, 181, 188, 189, 209, 210, 215, 222, 223, 224).

Die reiche Zahl der auf den Ufergürtel sich beziehenden Arbeiten ergibt sich aus der topographischen und ökologischen Variabilität dieser Zone.

a) Im Laufe der zöologischen Untersuchung der Röhrichte konnten 9 Typen unterschieden werden. Aus den Ergebnissen der chemischen Analyse der Schilfproben, — welche noch fortgesetzt werden wird, — geht hervor, dass die Mengenverhältnisse verschiedener Elemente je nach dem Fundort verschieden sind (170). Die in der Mitte der Röhrichte gelegene *Fontinalis*-Zone unterscheidet sich in hydrochemischer und hydrodynamischer Beziehung recht wohl vom Wasser der benachbarten Schilfbestände. Dem-

nach ist die Makrovegetation zur Abgrenzung wichtiger biozönotischer Grenzen für sich allein geeignet (135, 224). Die Ergebnisse dieser Untersuchungen bekräftigen jene ältere Auffassung, dass die Röhrichte des Balaton in biozönotischer Hinsicht nicht einheitlich sind (MESCHKAT).

b) Charakteristisch für das Platzgreifen im Wassermedium ist der Umstand, dass Lebewesen auf jeder dazu geeigneten Unterlage einen Aufwuchs bilden. Wir finden Beispiele von systematischen Aufwuchs- bzw. Bewuchsuntersuchungen an submersen Wasserpflanzen bzw. Ufesteinen. Diese Untersuchungen erstreckten sich teils auf sämtliche Tiere (23), teils auf Krebsarten (38, 126, 137) ferner auf einzellige Organismen (169, 198). Im Aufwuchs der untergetauchten Wasserpflanzen zeigten sich je nach der Wassertiefe (der Entfernung von Seeboden und Wasserspiegel), die Entfernung vom Ufer oder dem freien Wasser, der Art der als Substrat dienenden Wasserpflanzen qualitative und quantitative Unterschiede. Die tropische Bedeutung der Wasserpflanzen ist in Bezug auf die Mitglieder der Aufwuchs weniger wichtig, als ihre Rolle als Substrat.

Die Vielfaltigkeit der Lebewelt der Uferregion wird durch die Einwirkung der Hydrodynamik gesteigert. In der Spritzzone des Erosionsabschnittes finden die Moosgemeinschaften hinsichtlich der Tardigraden-Fauna eine vertikale Schichtung (25). Das gemeinsame Vorkommen von *Bangia* (eine Rotalge) und *Philodina roseola* (Rotatoria) fidet — aus der ökologischen Valenz dieser Glieder und dem supralitoralischen Milieuspektrum gefolgert. — ihre Erklärung in der Trockenheitsduldung beider Formen, dem hohen Sauerstoffanspruch der Alge und der Euryoxibiosis der Rotatoria. Die Entwicklung des *Bangia*-Rasens und die Aufrechterhaltung seines Lebens im aktiven submersen Zustande wird auch durch die Wassertemperatur beeinflusst (79). Die Zusammensetzung der Kieselalgen-Gemeinschaft auf abiotischem Substrat wechselt je nach den hydrodynamischen Verhältnisse (35).

Auch die Elemente des an seiner gelben Farbe von Weitem erkennbaren Kieselalgenbewuchses der Steine an Erosions- und Halberosions Ufern, ferner die hier ansässige Ziliatenfauna wurden einer eingehenden Untersuchung unterzogen (169, 198). Weder der gallertartige Algenbewuchs, noch der rhythmische Wellenschlag ist für die Ziliaten günstig (kieselalgenverzehrende monophage Formen, Bakterienfresser und von verschiedener Nahrung lebende Arten).

c) Mit Detritusdriften befassen sich 13 Studien. Die Ergebnisse einer informativen Untersuchung der Driftelemente (44, 49) ergaben gleichsam einen Fingerzeig für weitere Aufgaben bezüglich der originalen Fundorte der Arten, je nach ihren verschiedenen Grössengruppen. Das Hauptgewicht entfiel auf Cladoceren (29, 34), Bärtierchen (181), Ziliaten und Kieselalgen (155, 177, 178, 209, 210). Sämtliche Untersuchungsergebnisse weisen darauf hin, dass die Nahrungsbasis der in den Driften lebenden Tiere in erster Linie in Kieselalgen und Detritus besteht.

Fortlaufend vorgenommene Felduntersuchungen ergaben, dass die Detritusdriften eigentlich eine Erscheinungsform der leicht beweglichen, lose zusammengesetzten Detritus-Ablagerungen der Uferwasser sind, welche den hydrodynamischen Impulsen folgend am Seeboden hin und hergerollt, sich entweder im Wasser zerstreuen oder aber, aus Ufer geschwemmt, Driften bilden (Sediments-, Diffus-, Driftenphase) (139, 188). Zönobionte Formen zeigen in ihrem Bau und ihrer Ernährung eine Anpassung an die speziellen Lebensverhältnisse (Sedimentsphase [50, 108a, 140]).

Vom Uferwasser über Driften gegen das trockene Ufer hin fortschreitend ändert sich die Zusammensetzung der Tardigraden-Fauna, je nach dem Feuchtigkeitsanspruch bzw. der Trockenheitsduldung der Mitglieder (181).

Die Driftenstudien gewähren einen Einblick in wichtige Einzelheiten des Seelbens. Wir lernen die Entstehung vom autochthonen Detritus, und dessen vielseitige Rolle kennen: wir sehen, dass sie einen besonderen Lebensraum gestalten, unmittelbare und indirekte Nahrung bieten, und dass ein Teil ihres Materials dabei auf biotischem Wege wieder in den Stoffumsatz des Sees zurückgerät und zur Ausgestaltung des trockenen Uferlandes und des Seebeckens beiträgt.

d) Bei dem während der Vegetationsperiode durch Monate hindurch andauernden ausserordentlich niedrigen Wasserstand entstehenden Ufererscheinungen z. B. bei Vorrücken der Landpflanzen sind die Wasserversorgung und der Zeit-faktor in gleichen Weise entscheidend. An flachen Uferabschnitten, — und zwar hier eher, als an steil abfallenden Strecken — konnten zwischen den an sessilen Wasserbewohnern anheftenden und sogar im Bestande vagiler Tiere katastrophale Verheerungen festgestellt werden. Gegen das Zurückweichen des Wasserspiegels wehren sich See- und Sumpfformen in verschiedener Weise. Ein Wiederaufleben aus dem latenten Zustand beginnt bereits nach einigen Regentagen (70).

Einen zeitweilig vorkommenden niedrigen Wasserstand vermag der See verhältnismässig leicht zu überstehen, eine häufigere Wiederholung solcher Zeitabschnitte kann jedoch das Loos des Sees stossweise beeinflussen.

e) Die Kieselalgenvegetation des Sandes seichter Uferwässer (oligohalobe, bewegliche Formen) ist reichhaltig, die ärmere Ziliatenfauna besteht aus ubiquisten Formen (222).

f) Im interstitialen Wasser der Uferzone ist das Hygropsammon am reichsten (Rotatorien); doch liessen sich auch psammobionte Glieder antreffen (143). Aus dem interstitialen Wasser des sandigen und steinigen Ufers kamen für derartige Standorte charakteristische Krebsarten zum Vorschein (215).

8. *Plankton* (42, 43, 54, 55, 68, 71, 72, 80, 81, 94, 95, 107, 109, 117, 120, 164, 168, 189—191, 216—220).

Im Balaton, mit seinem weitausladenden Wasserspiegel kommt dem Plankton eine bedeutende Rolle im Seeleben zu. Unter den zahlreichen (29+3) Arbeiten der in Rede stehenden Periode befassen sich zehn Studien mit quantitativen Verhältnissen (Individuenzahl, Biomasse). Bei einer teilweisen Aufarbeitung des Materials der dreissiger Jahre (31) weisen diese Studien auf jahreszeitliche, jährliche und eine dekadentweise Veränderung hin (94). Letztere können „kulturellen“ Einflüssen zugeschrieben werden. Die Wiederholung der die Veränderung stossartig einleitenden Invasion (43, 168), und neuerdings beobachtete Wasserblüten zeigen auch die fortgesetzte Wirkung der „kulturellen“ Eingriffe an. Ein Zeichen solcher Veränderung ist das Anwaschen des Bestandes einzelner Mitglieder, besonders der von *Ceratium hirundinella* (80, 81, 167), die Abänderung des Verhältnisses des Phyto-Zooplanktons (Biomasse) (218), ferner das Auftreten „never“ Epibionten (68). Die qualitative und quantitative Zusammensetzung der Gemeinschaften spiegelt auch den niedrigen Wasserstand sowie das Ausbleiben eines Zufrierens des Sees wieder.

Von den zum Studium der horizontalen Verbreitung geeigneten Probenserien wurden vorerst die Planktonkrebse, — mit Ausnahme der Artenverteilung der Cyclopiden — aufgearbeitet. In der Verbreitung der übrigen Formen sind perzentuelle Abweichungen zu verzeichnen (217). Der *Leptodora*-Bestand bleibt entsprechend, im Plankton-Nahrungsnetz eingenommenen Stelle (ELTON-Pyramide, Hauptpredator) stark hinter den ihr Nahrung bildenden Kleinkrebsen zurück (216). Andere, gleichfalls unter ökologischen Gesichtspunkten vorgenommene Planktonstudien trachten danach, auf die Nahrung „Nische“ von *Ceratium hirundinella* und *Leptodora* und im allgemeinen auf deren, im Seeleben eingenommene Rolle ein Streiflicht zu werfen (189, 190, 219, 220). Eine Studie befasst sich, nebst trophischen Verbindungen auch mit den zwischen den Mitgliedern bestehenden sonstigen Zusammenhängen (191).

9. *Fische, Fischereiwesen* (3, 24, 31, 46, 56, 61—64, 74, 112, 128, 134, 171, 184, 185, 199, 202, 213, 225, 230).

Zum Zwecke der, — für die Praxis wichtigen — Aufklärung der ersten Lebensphasen des Zanders, ferner zur Erhärtung der Zweckmässigkeit der, eine gesteigerte Jungfischzucht bezweckenden Eingriffe durchgeführte Untersuchung wurde am Balatonufer eine Zanderzuchtstation errichtet (24, 31, 53, 62). Untersuchungen des Mageninhaltes legten die zum Zander führende Nahrungskette klar (Zanderbrut, Jungfisch, Nahrungsfische) (99, 202, 225). Es erwies sich, dass im Aufbau des Zanderfleisches den bodenbewohnenden rekuperativen Organismen eine wesentliche Rolle zukommt.

Bei der Aufzeichnung der zum Zander, diesem Hauptraubfisch des Balatons führenden Nahrungskette trat wiederum die Wichtigkeit der mangelnden Kenntnis der Sediment fauna in den Vordergrund.

Bei richtiger ökologischer Auffassung gemachte Überlegungen führten dahin, dass man bei der Hebung des wirtschaftlich äusserst wichtigen Zanderbestandes neben den heutigen trophischen Gegebenheiten unseres Sees auch der Geschichte seiner limnischen Entwicklung bzw. Gestaltung beachten müsse (230).

Weitere Untersuchungen des Mageninhaltes beleuchten die winterlichen Ernährungsverhältnisse, wobei auch die verschiedenen Altersklassen der untersuchten Fische in Betracht gezogen wurden.

Der Stichling (Ziege, *Pelecus cultratus* L.) — der sich fakultative auch räuberisch ernährt, verknüpft durch seine intensive *Leptodora*-Ernährung Plankton- und Nekton (134). Diesem ähnlich in gleicher Weise planktonfressenden und auch allochtone Nahrung (ins Wasser gefallene Insekten) aufnehmenden und verwertenden Oberflächenfisch ist

die an Individuenzahl den reichsten Bestand bildende Ukelei (*Alburnus alburnus* L.), die auch massenhaft in winterlichen Schwärmen vorkommt (46, 63, 74). Statistische Aufnahmen vermitteln einen Einblick in das Wachstum, die Zusammensetzung der Bestände nach Lebensalter sowie in das Maass des natürlichen Abgangs dieser Fischart. Diese Abhandlung (134) bietet auch grundlegende Kenntnisse zu einer unmittelbaren wirtschaftlichen Verwertung der Ukelei. Auch die Zeitdauer des Überleben der Fische ausser Wasser wurde vom praktischen Gesichtspunkte aus für verschiedene Arten ermittelt (64). Ebenso wurden auch die mit der Ableichung in Ufernähe der Ukelei und Brachsen zusammenhängenden Verluste aufgezeichnet (3, 63, 112, 128). Im Bestande der Brachsen (*Abramis brama* L.) des Balatons wurde eine morphologische Abnormität (Schlundzahnformel) festgestellt (171).

Die (an Zandern und Brachsen) vorgenommenen haematologischen Untersuchungsergebnisse betonten die Notwendigkeit einer Fortsetzung der diesbezüglichen Studien (184, 185).

10. Nahrungskreislauf, Stoffumsatz, Produktion.

Die Kenntnis des Stoffumsatzes ist letzten Endes stets das eigentliche Ziel aller Ökosystem-Forschungen. Eine gründliche Kenntnis auf diesem Gebiete gewährt die Basis zur Ermessung der Produktion, der ziel- und zweckmässigen Verwertung der Wasserprodukte, für die Richtung und das Maass der Eingriffe von Menschenhand, für den Schutz der Gewässer u. s. w.

Der Gang und Verlauf des Stoffumsatzes im See lässt sich auf ökologischen Niveau in den trophischen Zusammenhängen und den durch Metabolismusprozesse (allgemein durch die Lebenstätigkeit) ausgelöste Veränderungen der Umwelt verfolgen. In biochemischer Hinsicht können wir durch das Erkennen jener Veränderungen Einblick gewinnen, welche — unter Berücksichtigung der Trophischen Zusammenhänge — in gewissen Verbindungen, Verbindungsgruppen im Laufe des Metabolismus vor sich gehen (Siehe z. B. FARKAS, FARKAS—HERODEK S. 245, 246).

a) Mehrere Detailstudien befassen sich mit den Geschehnissen im Aufbauabschnitt des Stoffumsatzes (primäre Produktion, Heterotrophie im Zusammenhänge mit dem Tierleben), und ebenso mit den Prozessen des Abbauabschnittes (Abbau) im Balaton. Umfassend orientierende Studien behandeln alle diese Fragen (96, 102). Letztere (102) lenkt die Aufmerksamkeit auf Produktionsprobleme. Die gleichfalls in den Rahmen der Heterotrophie fallende Saprotrophie (Rekuperation sensu BALOGH) berührt beide Anschnitte (z. B. 29, 34).

b) Zahlreiche Studien beleuchten Nahrungsketten und einzelne Abschnitte derselben (z. B. 38, 116, 126, u. s. w.). Die Skizzierung der Nahrungskette der räuberisch sich ernährenden *Leptodora* spiegelt eigentlich das Bild der Plankton-Nahrungskette in grossen Zügen wieder (220).

c) Der Kenntnis des Lichtklimas des Sees ist bei der Untersuchung der Probleme der primären Produktion eine grundlegende Bedeutung zuzuschreiben. Ergebnisse von experimentellen Forschungen haben auch auf das Seeleben projizierbare Feststellungen gezeitigt (151, 153, 207, 208).

d) Einzelheiten des Metabolismus von Krebsen gelangten auch zur Untersuchung (186, 187).

e) Der Kenntnis der chemischen Zusammensetzung der Planktonkrebse als „key-industrie“-Tiere lenkten die Aufmerksamkeit auf den Fett- und Karotinoidgehalt dieser Organismen sowie anderer Fischnahrung bildender Krebse (148, 149). Da diese Karotinoide streng alimentären Ursprunges sind, konnte darauf geschlossen werden, dass sich im Balaton im Jahreslauf zweimal günstige Umstände für eine pflanzliche Ernährung bieten (149). Weitere Untersuchungen wurden zweckdienlich auf hoch energiehältige Fette beschränkt. Begonnen wurde mit der Bestimmung der Fettsäuregarnitur mittels papierchromatographischer Methode an Krebsen von verschiedenen Fundorten. Das Fett sämtlicher Arten zeigte die gleichen Merkmale, welche die Wissenschaft als für Süswasserorganismen charakteristisch kennt (150). Süswasserkrebse aus verschiedenen Fundorten zeigten in ihrem, auf Trockenstoff bezogenen Fettgehalt einen regelmässigen Jahreszyklus mit einem Wintermaximum, ohne Rücksicht auf die Art. Da ein gleicher Wechsel an den untersuchten Algen nicht nachzuweisen war, schlossen die Autoren darauf, dass das Fett der Crustaceen kein gelagertes Algenfett sei und dass die Temperatur den Fettstoffumsatz von Krebsen unmittelbar beeinflusse. Mit diesem Einfluss liesse sich die Verschiedenheit in der Zusammensetzung der Fettsäure von Süswasser- und Meerwasserorganismen erklären (175, 206).

f) Abbau (152, 192, 221).

Die ersten Studien, welche sich unmittelbar mit dem Prozess des Abbaus — in Verbindung mit dem Seeleben des Balatons — befassten, versuchten diesen Prozess als eine Enzymtätigkeit (biologische Aktivität des Sedimentes) zu ermesen. Im Felde sowohl als in vitro gemessene Cellulose-Aktivität (Ufersedimente, Wasserproben) ergab maximale Werte für Schilfdetritus (152). Mit Saccharase- und Glucosidase-Aktivität-bzw. mit Atmungsversuchen wurden — parallele Ergebnisse gewinnend — maximale Werte für Driften erzielt (192). Die Analyse des Wassers und Schlammes von Ufersegmenten spiegelt die im Sediment messbare biologische Aktivität wieder (221).

11. *Einströmende Gewässer I* (CHOLNOKY) 2, 6, 19, 73, 87, 103, 108, 136, 140a, 142, 144, 146, 147, 157, 158, 174, 182, 193, 194, 195, 211, 226).

Der Fluss Zala und die kleineren Zuflüsse (Bäche, Berek-Gewässer u. s. w.) führen dem Balaton um 40% mehr Wasser zu, als er durch Niederschlägen erhält (194, 195, siehe noch S. 246). Nach Durchsicht und Sammlung von älteren Daten und Datenserien (1, 2, 6, 19) kam es in den fünfziger Jahren zu einem eingehenderen Studium der einströmenden Gewässer.

Diese lassen sich in wasserchemischer Hinsicht in drei Typen einteilen (die meisten sind $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{++} - \text{Mg}^{++}$ und $\text{HCO}_3^- - \text{Mg}^{++} - \text{Ca}^{++}$ -Wasser vom β -limnotypus. Es finden sich einige $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{++} - \text{Na}^+$ Kleinwässer vom β -limnotypus, die Berekwässer sind $\text{HCO}_3^- - \text{Mg}^{++} - \text{SO}_4^{--}$ vom α -limnotypus). (Das Balatonwasser ist ein $\text{HCO}_3^- - \text{Mg}^{++} - \text{Ca}^{++}$ Wasser vom α_β -limnotypus.) In ihrem Laufe die Zuflüsse erfahren sie hinsichtlich ihres Chemismus gewisse Veränderungen und nähern sich immer mehr dem Charakter des sie aufnehmenden Sees. Auf diese Weise nimmt der Balaton in seinem Einzugsgebiet als hydrographische Einheit vom hydrochemischen Standpunkte aus eine zentrale Stellung ein (174). Hydrochemische Studien bereiten gleichsam eine Untersuchung der einströmenden Gewässer nach Typen vor (87, 147, 174).

Vorerst besitzen wir nur von zwei kleineren Bächen des Balaton-Oberlandes ein ökologisches Bild (103, 108 ferner die zwischen 73—226 in diesem Kapitel angeführten meisten Arbeiten; siehe *Tabelle I.*) Die Zusammensetzung der Lebewelt weist den Umweltsverhältnissen entsprechend ebenfalls einige Abschnitte auf. Die Aufeinanderfolge der Abschnitte belebt sich durch Wiederholung früherer Abschnitte. Die durch die Umgebung, die Hydrodynamik ferner durch die Entfernung von der Quelle bedingten Abschnitte werden noch durch anthropogene Einwirkungen vermehrt.

Dieses Zerfallen in Abschnitte im Chemismus des Wassers spiegelt sich auch im Charakter der, den Bachlauf begleitenden, an Wasser gebundenen Vegetation wieder (157, 211).

In den Bächen befinden sich jüngeren Gesteinbildungen biogenen Ursprunges (Algenkalk, *Rheotanytarsuskalk*). Die Algenflora weist die Kennzeichen der kalkhaltigen Bäche des Ungarischen Mittelgebirges auf.

Vom biologischen Gesichtspunkt interessant sind die Abschnitte, welche sich durch eine Massenv egetation von *Chara hispida* und *Microcystis* auszeichnen. Die Nahrungsbasis der Lebewelt der Bäche bilden die Bachpflanzen und alloctoner Detritus, Wir werden auch über die Beschaffenheit und Menge der Schwebestoffe informiert. Mit diesen Gewässern gelangen beträchtliche Mengen von C, N, und P in den aufnehmenden See (193).

Das Wesentliche der Gewässer als dynamisches Systems wurzelt in den Wechselbeziehungen der Lebewelt und Umwelt. Auf Grund dieser Anschauung haben wir unter Berücksichtigung der tageszeitlichen Tätigkeit der Massenv egetation durch die Bewertung der von kalkreichen Bächewässern zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten aufgenommenen hydrochemischen Daten über viele Gewässer ein anschauliches Bild gewonnen. Die Tagesproduktion einer kleinen Wasserader wurde auf Grund der Veränderung der gelösten O_2 -Mengen ermittelt bzw. abgeschätzt (147).

Von einer Fortsetzung der Bach-Studien können wir jetzt bereits je nach Typen viel Interessantes erwarten und zwar in erster Linie wegen ihres auf die Lebensverhältnisse und die Lebewelt des Balaton geübten Einflusses, daneben jedoch auch von faunistischem und floristischem Standpunkte aus. Eine limnobiologische Erforschung des Zala-Flusses, welcher etwa die halbe Wassermenge der einfließenden Gewässer dem Balaton zuführt, wird auch früher oder später vorgenommen werden müssen, unsomehr als die Lösung der hydrographisch wichtigen Probleme bietenden Frage der Keszthelyer Bucht ohne solche Kenntnisse kaum denkbar wäre.

12. *Kis-Balaton* (der Kleine Balaton) (21, 27, 86, 91, 119, 122, 179, 201 etc.)

der, ehemals mit dem Balaton einen einheitlich zusammenhängenden Wasserpiegel aufwies, kann heute auf dem Wasserwege nicht mehr erreicht werden. Dessen

rohr- und schilfbewachsenes sumpfiges Gebiet (< 1 km² an submersen Wasserpflanzen reiche Fläche 2,14 km² Inseln, 13,48 km² Röhricht und landwirtschaftlich bebautes Gebiet) zum Teil unter Naturschutz steht.

Der Fluss Zala strömt, zwischen Dämme eingefasst, unmittelbar in den Balaton. Die geologische Entwicklung seiner Torflager ist bekannt (27).

Unter seinen Rotatorien (112 Arten), deren hervorragendstes Kennzeichen der Zwergwuchs ist, finden wir von 42 Arten in Netzproben nur 9 planktobionte Formen (21). Seine Vogelwelt ist auch heute noch überaus reich. In 1959 erschienene Werke: 179, 271 u. s. w. Fachleute haben seine Tierlebewelt eingehend studiert (91, 96, 119, 122)

13. Umgebung des Balatons.

a) Die Halbinsel von Tihany (6, 15, 16, 19, 25, 26, 30, 32, 36, 47, 48, 145, 200, 207, 212; Teich Belső-tó 7, 47, 65, 67, 197).

Die Halbinsel von Tihany ist ein, etwa 12 km² umfassendes beinahe inselartig in den See hineinragendes xerothermes Festland, mit dem 16—30 Hektare ausgedehnten, abflusslosen Teich Belső-tó und dem, seit zwei Jahrhunderten abgelassenem „Külső-tó“ welcher heute jedoch höchstens zu Frühjahrszeiten hin und wieder überflutet, ein bereits in Veralkalisierung begriffenes feuchtes Wiesenfeld darstellt. Obwohl die Halbinsel eines der seit den ältesten Zeiten unter Kultureinwirkung stehenden Gebiete der Balatongegend ist, bietet es dank ihrer Topographie, dem geologischen Aufbau, ihrem wechselreichen Mikroklima sowohl von tier- als auch pflanzenzöologischen und geographischen Gesichtspunkten aus ein interessantes und viel durchforschtes Gebiet. Die Reichhaltigkeit der auf die Halbinsel bezüglichen Kenntnisse lässt bereits eine Zusammenfassung als zeitgemäss erscheinen. Von den auf unsere Zeitperiode entfallenden Forschungen wollen wir die zöologischen (25, 30, 47, 48) sowie auf die reiche Moosflora bezüglichen hervorheben, welche letztere in ihrer Einleitung kurz und treffend die Halbinsel, zöologisch betrachtet, charakterisiert (145).

Der zu Beginn der vierziger Jahre in seinem limnologischen Charakter eine Veränderung durchgemachte Teich Belső-tó dürfte zufolge seiner leichten Zugänglichkeit, ferner wegen seines, vom Balaton stark abweichenden Charakters, ein Gegenstand weiterer wertvoller Studien sein.

b) Der See von Hévíz (41, 101, 130—132).

Dass Wasser dieses, von einer 38 C° warmen und 36 000 Liter pro Minute liefernden Quelle gespeisten Sees gelangt durch Vermittlung des Kanals von Hévíz—Páhok sowie des Zalaflusses in den Balaton. Er bietet von hydrographischen, geographischen und balneologischen Gesichtspunkten aus eine wohl durchforschte hydrographische Einheit. Wir sehen der limnologischen Erforschungen dieses, eine eigenartige Umwelt bietenden Naturschatzes erwartungsvoll entgegen.

14. Methodik (40, 66, 69, 146, 160, 161, 172, 183, 203, 228).

Neben einigen Methodologischen Studien finden sich auch methodischen Hinweise (neue Methoden, Modifizierungen) fast in jeder der erwähnten Studien.

15. Verunreinigung. Hygienische Verhältnisse (43, 72, 75—78, 82, 89, 92, 93, 94, 106, 110, 115, 123, 124, 163, 167, 168, 214).

Der Balaton ist eines unserer meist besuchten Erholungsstätten und schreitet seine Ausbildung in dieser Hinsicht intensiv fort. Hygienische Gesichtspunkte treten immer mehr in den Vordergrund, umso mehr, als mit dem Ansteigen der Besiedelung sich die Probleme der Versorgung mit Trinkwasser, die Frage der Verunreinigung, die Abwässer Probleme schon wegen der topographischen speziellen Gegebenheiten stets dringender zeigen. Mehrere Abhandlungen und Studien befassen sich mit einer wohl überlegten Untersuchung der Stechmückenfrage (75, 76, 82, 93, 106, 115, 124, 234), welche bereits wirksame hygienische Maassnahmen gezeitigt haben.

Die Frage der Verunreinigungen muss, als eine erstklassig soziale und volkswirtschaftliche Frage fortlaufend in Evidenz gehalten werden.

16. Forschungsgeschichte (12, 22, 105, 114, 118, 163)

(von welchen die beiden erstgenannten ausserhalb unseren Zeitperiode fallen). Einige Arbeiten von kultureller Beziehung wurden aufgezählt.