

Bela Entz

Biol.Forsch.Inst. d. Ungarischen Akademie der Wissenschaften

Tihany, Ungarn

WINDGESCHWINDIGKEIT, SCHWEBSTOFFMENGEN UND LICHTVERHÄLTNISSE
IM BALATONSEE

Die biologischen Vorgänge werden im Wasser bedeutend vom Licht beeinflusst. Die Lichtmenge wird in tiefen Gewässern innerhalb der Wassermasse in einer gegebenen Tiefe neben den gelösten Stoffen hauptsächlich durch die Qualität und Quantität des Planktons und des Tryptons beeinflusst.

In seichten Gewässern nicht tiefer als 8 bis 12 m wird aber die oberste Sedimentschicht durch windverursachte Wellenbewegung aufgewirbelt. Dieser Vorgang verursacht eine starke Wassertrübung wie sie in tiefen Gewässern nie vorhanden ist. Windverursachte Trübung spielt besonders dort eine wichtige Rolle, wo das Sediment hauptsächlich aus losem Schlamm besteht. Je seichter ein Gewässer, desto stärker kann die Trübung sein. Das Ausmaß der Trübung ist in enger Korrelation zur Windstärke und infolgedessen zur Menge des Schwebstoffes und dessen Größenverhältnissen.

Auf Grund der Wellenhöhenmessungen von MUSZKALAY 1973 und auf Grund der Messungen der Strömungsgeschwindigkeit am Boden von LIJKLEMA 1980 und mit Hilfe der aktuellen Windgeschwindigkeitsmessungen des Meteorologischen Observatoriums in Siófok und unsere eigenen Schwebstoffbestimmungen konnte mit Annäherung eine für die mittleren Tiefen des Balatonsees (ca. 3.3 m) gültige Tabelle zusammengestellt werden (Abb. 1).

Ein langdauernder Wind mit einer Geschwindigkeit von etwa 4 m/sec verursacht schon eine deutlich kennbare Trübung im Balatonsee. Bei noch stärkerem Wind wird die Trübung stets deutlicher, und etwa bei einer Geschwindigkeit von 10 m/sec wird sie sprunghaft intensiver.

Dieses Phänomen scheint sich dadurch zu erklären, daß die Schlamm-partikelchen bei dieser Windstärke nicht nur aufgewirbelt, sondern auch zerbröckelt werden. Diese Erscheinung kann im Laboratorium durch sanftes bis kräftiges Schütteln reproduziert werden, indem die Lichttransmission in derselben Probe wiederholt gemessen wird und die Transmissionswerte in Anwesenheit derselben Sedimentmenge bei steigender Kraft des Schüttelns ohne Zugabe von neuem Bodenmaterial reduziert werden. Auch unter dem Mikroskop kann die Zerkleinerung der schwebenden Teilchen beobachtet werden.

Während zahlreiche Angaben über die quantitativen Verhältnisse der Schwebstoffe im Balaton zu finden sind, ist über den zeitlichen Ablauf der Aufwirbelung und erneuten Sedimentation bzw. der Trübungsverhältnisse nichts bekannt.

Demzufolge wurden seit 1978 öfters diesbezügliche Messungen vorgenommen. Diese Messungen wurden in jeder vierten Stunde oder später je nach Bedarf zweimal täglich oder nur einmal am Tage vollendet um die Zusammenhänge zwischen zunehmender oder abnehmender Windstärke und Wassertrübung kennenzulernen. Es wurden inzwischen die folgenden Messungen durchgeführt;

- 1.) Die Windstärke wurde von der Meteorologischen Station in Siófok registriert.
- 2.) An Ort und Stelle wurden mit einer Unterwasserphotozelle (Hitachi) die relativen Lichtintensitäten in verschiedenen Wassertiefen gemessen.
- 3.) Gleichzeitig wurden aus verschiedenen Wassertiefen Wasserproben entnommen und deren Transmission bzw. Extinktion im Laboratorium mit einer Specord UV VIS Spektrophotometer bestimmt. Nach Zugabe von 0.1 ml 10 % HCl-Lösung wurde in derselben Küvette die Transmission nochmals gemessen, um die Differenz von Gesamtschwebstoffe und deren mit Salzsäure unlösliche Schwebstoffe zu erfassen.
- 4.) Zuletzt wurde durch Filtrieren das Trockengewicht der Schwebstoffe in 1 l Wasser bestimmt, welche Messung nach Behandlung mit verdünnter Salzsäure wiederholt wurde. So konnte annähernd auch der Kalkgehalt des Tryptons bestimmt werden (Abb. 2,3,4 und 5).

Die folgenden Feststellungen konnten erörtert werden. Infolge eines plötzlichen starken Windes kann im offenen Wasser innerhalb von 20 - 30 Minuten die grüne Farbe des Wassers sich in braungrau verändern und eine starke Wassertrübung durch Aufwirbelung des Bodensediments entstehen. Die Trübung wird mit zunehmender Windstärke immer größer.

In der Tiefe, in Bodennähe ist die Trübung von der augenblicklichen Windgeschwindigkeit abhängig. Hier kann also die maximale Trübung und gleichzeitig die größte Tryptonmenge bei maximaler Windstärke gemessen werden, wogegen an der Oberfläche eine Verspätung von einigen Stunden derselben Werte (bzw. Trübung, Tryptonmenge) zu finden ist (Abb.2).

Bei abflauernder Windstärke kann sofort eine Abnahme der Schwebstoffmengen festgestellt werden unabhängig von der absoluten augenblicklichen Windstärke. Der Sedimentationsvorgang ist im seichten Balatonsee sehr rasch und die Menge der Schwebstoffe kann innerhalb von 4 Stunden von etwa 380 mg/l auf etwa 90 mg/l herabsinken. Um ein richtiges Bild der Sedimentationsprozesse im Balatonsee zu bekommen müssen Messungen sehr oft vorgenommen werden. Die Höchstwerte von Schwebstoffen liegen um etwa 500 mg/l (Trockengewicht). Wenn die Spitzenwerte der Windgeschwindigkeit eine längere Zeit 2-3 m/sec nicht überschreiten sinkt das Trockengewicht der Schwebstoffe dauerhaft unter 10 mg/l.

Bei stillem Wetter ist die Sedimentation stark temperatur bzw. sonnenscheinabhängig. Bei Sonnenschein wird nämlich bei ruhigem Wetter die Wasseroberfläche - bei kaltem Wetter ebenso wie bei warmem Wetter - erwärmt und eine Temperaturmikroschichtung kann zustande kommen, sobald die Stabilität der Wassersäule $0,15 - 0,2 \text{ mkg/m}^2$ überschreitet. Dann hören die Konvektionsstörungen auf wodurch das Absinken der Schwebstoffe beschleunigt wird. Bei andauernder Erwärmung von mehreren Tagen wird die Mikroschichtung immer ausgeprägter und gleichzeitig steigt die Stabilität der Wassersäule wobei oft auch Wasserblüte auftritt. Unter solchen Bedingungen können - besonders in der Nähe des Bodens - niedrige Sauerstoffwerte entstehen, was gleichzeitig auch ein Fischsterben verursachen kann.

Wenn dagegen bei ruhigem Wetter die Temperatur-Minima und-Maxima tagelang unverändert bleiben, weist die Temperaturstabilität ständig niedrige Werte auf. Die tagsüber entstandene geringe Temperaturschichtung wird während der Nacht wieder abgebaut und durch Konvektion wird die Ausbildung von Sauerstoffmangel über dem Boden verhindert. Die Gefahr von Wasserblüten und Fischsterben ist unter solchen Umständen kaum vorhanden.

Bei abnehmender Lufttemperatur und Windstille z.B. im Herbst bei nebeligem Wetter können die Konvektionsströmungen praktisch ununterbrochen wirksam sein. Falls so eine Periode nach einem starken Sturm auftritt setzen sich zwar die gröberen Tryptonteilchen zu Boden aber das feine Material schwebt weiterhin in der Wassersäule, mit einer Menge von etwa 30-40 mg/l. Gleichzeitig bleibt auch die Wassertrübung tagelang fast unverändert. Wenn unter solchen Umständen durch Auftreten von Sonnenschein die obersten Wasserschichten erwärmt werden, wird das trübe Wasser innerhalb einiger Stunden bedeutend durchsichtiger.

Es kann auch vorkommen, daß unter dem Eis im zugefrorenen See eine bedeutende Trübung entsteht. Diese Erscheinung kann wahrscheinlich mit der Durchmischung der invers geschichteten Wassersäule und im Frühling bei steigender Temperatur mit dem Auftreten stärkerer biogener Entkalkung erklärt werden.

L i t e r a t u r

- ENTZ, B., 1981: Changes in the animal life of the benthal and littoral zones of Lake Balaton during the last decades with special reference to its physical and chemical background.
In press (in Hungarian with English summary).
- LIJKLEMA, L., 1980: Sediment-water exchange processes in (shallow) lakes. - Proc. 2nd Joint MTA/IIASA Task Force Meeting on Lake Balaton Modeling, Veszprém, 2, 13-25.
- MUSZKALAY, L., 1973: "Characteristic Water Motions in Lake Balaton" (in Hungarian). - Budapest, VITUKI - VIZDOK pp. 87.

Wind m/sec	5	10	15	20
Wellenhöhe m Nach Muszkalay	0.2 - 0.5	0.4 - 0.9	0.5 - 1.3	0.7 - 2.0
Strömung am Boden m/sec Nach Lijklema	0.2 - 0.4	0.3 - 0.7	0.4 - 1.0	0.5 - 1.6
Seston mg/l	10 - 30	20 - 60	40 - 300	200 - 500

Abb. 1

Zusammenhänge zwischen Windstärke, Wellenhöhe,
Strömungs-Geschwindigkeit über dem Boden und
Seston Gehalt im Balatonsee bei 3,3 m Wassertiefe.

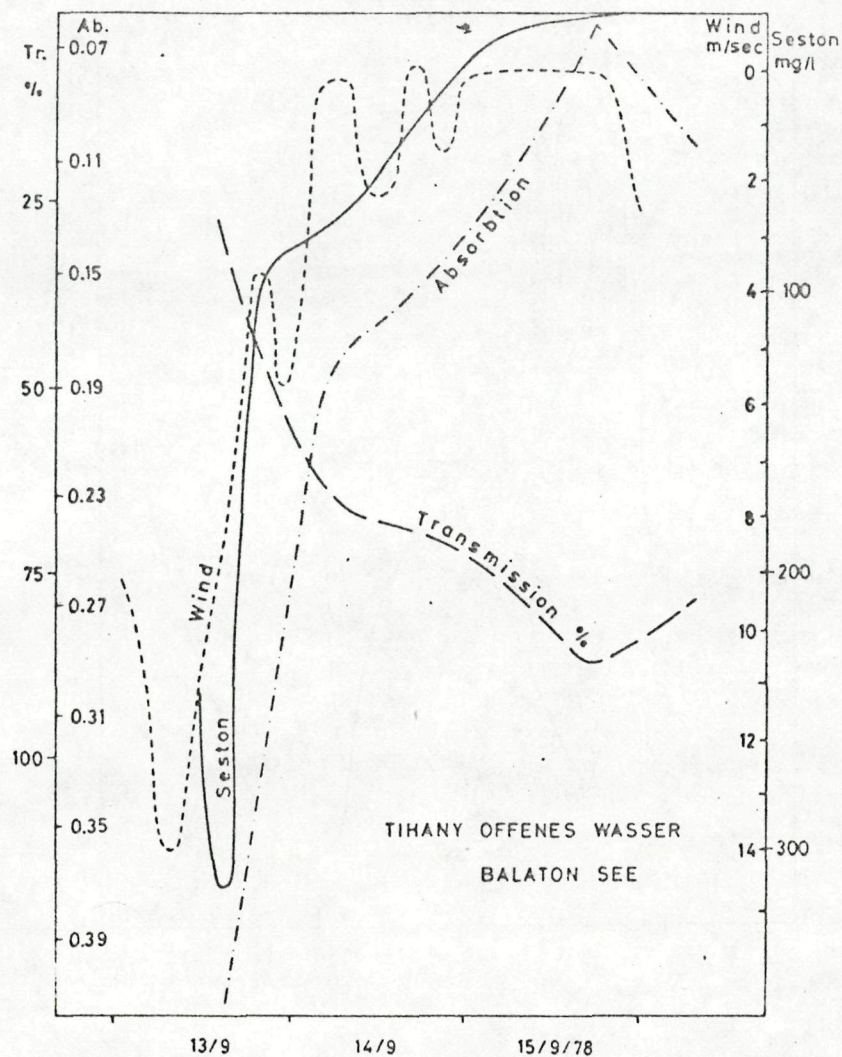


Abb. 2

Messungen zur Zeit eines plötzlichen heftigen Sturmes und während der darauffolgenden Tagen bei abflauernder Windstärke. Gemessen wurden Windstärke, Seston Gehalt, Lichtabsorption (Ab), und Transmission (Tr) in 4 cm langen Küvetten (Specord UV VIS Spektrophotometer) in Wasserproben aus den obersten Schichten des Balatonsees.

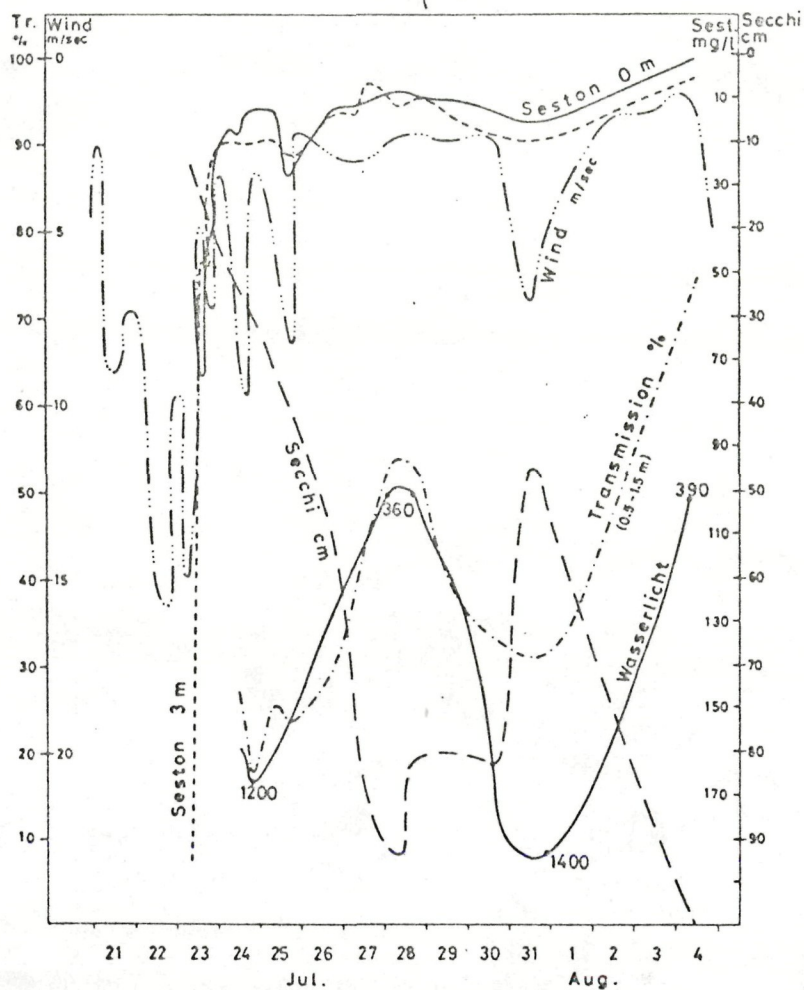


Abb. 3

Übersicht der Veränderungen verschiedener Parameter vom 21. Juli 1980 bis 4. August 1980. Windstärke m/sec; Secchi-Wert -----; Unterlicht (Wasserlicht) gemessen mit der nach unten gerichteten Hitachi Photozelle _____; Sestonengehalt nahe zur Oberfläche _____; Sestonengehalt in 3 m Tiefe -----; Transmission einer 1 m dicken Wasserschichte (0,5 - 1,5 m) in Prozent des in 0,5 m Tiefe gemessenen Wertes

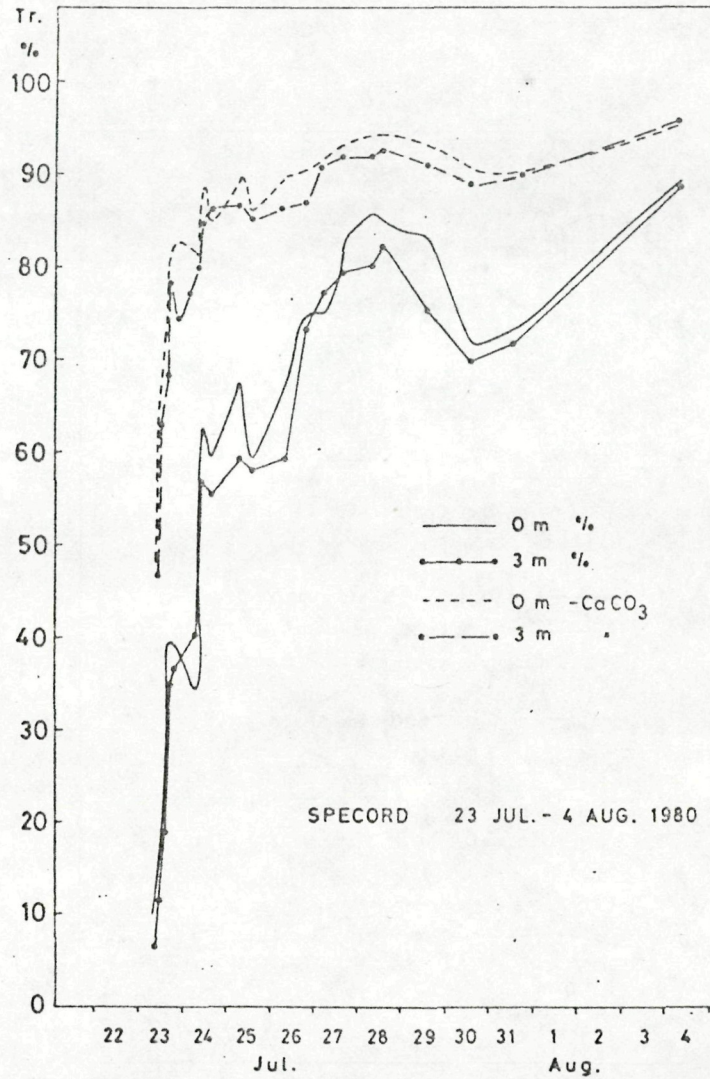


Abb. 4

Transmissionswerte gemessen mit Spektrophotometer (Vgl. Abb.2). Oberfläche _____; 3 m Tiefe _____; nach Behandlung mit HCl (Vgl.Text): 0 m -----; 3 m --.---.---

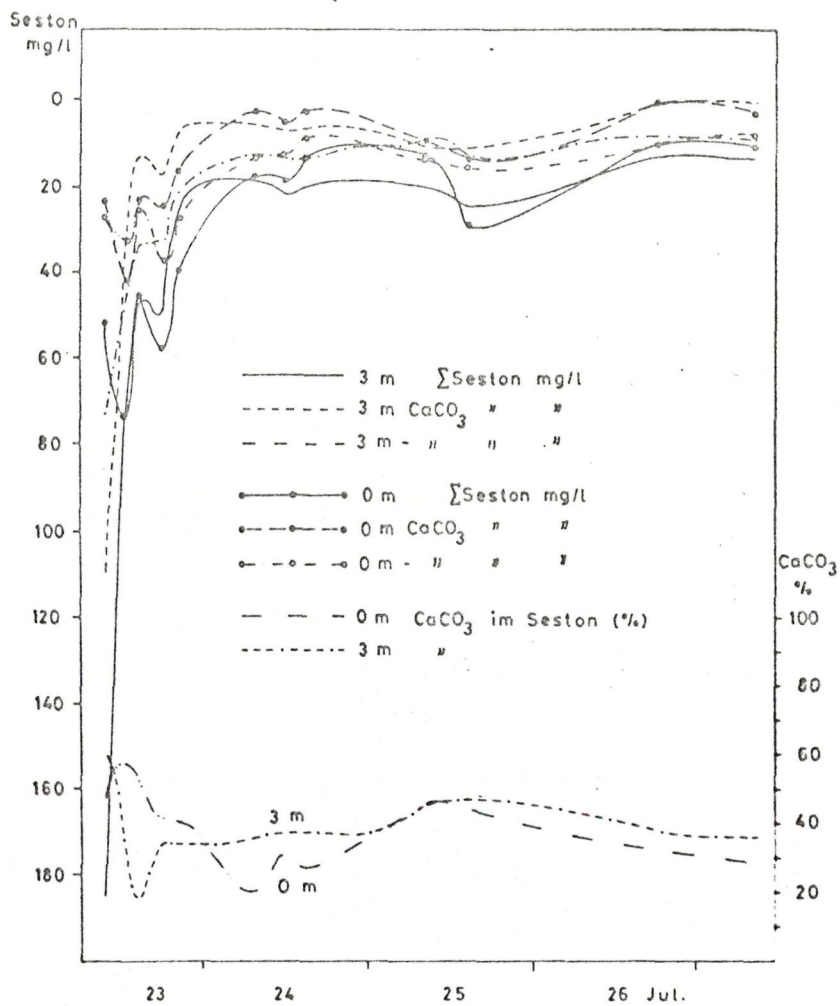


Abb. 5

Seston-gehalt in mg/l in 0 und 3 m Tiefen vor und nach Behandlung mit HCl. Angenommener CaCO_3 -Gehalt des Sestons in %.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [BFB-Bericht \(Biologisches Forschungsinstitut für Burgenland, Illmitz 1](#)

Jahr/Year: 1981

Band/Volume: [42](#)

Autor(en)/Author(s): Entz Bela [Belá]

Artikel/Article: [Windgeschwindigkeit, Schwebstoffmengen und Lichtverhältnisse im Balatonsee 69-78](#)