© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

BFB-Bericht, 43, 273-287 1982

Lieselotte Hammer

Biologische Station Neusiedlersee, A-7142 Illmitz, Bgld.

AFS-RELEASE VON UTRICULARIA VULGARIS - EIN SCHLÜSSEL ZUM VERSTÄNDNIS CHEMISCHER ABLÄUFE IN SCHILFWASSERBIOTOPEN DES NEUSIEDLERSEES.

Vorläufige Mitteilung

Die 1977 begonnene Untersuchung des Sauerstoffhaushaltes des Neusiedlersees umfaßte auch Tag- und Nachtmessungen des Sauerstoffgehaltes von Schilfwasserbiotopen (Bereich der Region der Biolog.Station Illmitz) im Vergleich zum offenen See (HAMMER, 1978, NEUHUBER und HAMMER 1979). Da im Jahresverlauf in kleinen Schilfwasserblänken unterschiedlich lang andauernde anaerobe Perioden (bis zu 38 h) eintreten, mußte unter anderem erwartet werden, daß die von EINSELE (1938) gefundenen Gesetzmässigkeiten der Löslichkeit von Phosphaten unter gleichzeitiger Reduktion von Fe^{+++}-- Fe^{++} während der Anaerobie in kleinen Schilfwasserbiotopen ($\nu 1\ m^2$) vor sich gehen würde. Im allgemeinen ist der chemische Nachweis von Ortho-Phosphat mittels der Mo-Blaureaktion rasch und problemlos durchzuführen. In den Huminwasserbereichen des Schilfgürtels des Neusiedlersees wird jedoch der Nachweis von PO_4 sowie des Fe durch verschiedene Faktoren erschwert. Die im Tagesverlauf - je nach Lage des Schilfwasserblänken innerhalb des Phragmitesgürtels - unterschiedlich stark schwankende Leitfähigkeit (bis zu 500 µ S) weist auf ein kompliziertes Gefüge der kolloidalen Natur der Huminsubstanzen hin und es mußte angenommen werden, daß durch das

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

säurehaltige Mo-Reagens nicht jene Menge an PO_4 erfaßt würde, die tatsächlich biologisch verwertbar vorliegt. Auch im Hinblick auf das Fe ergibt sich die Frage nach der biologischen Verfügbarkeit der Fe-Ionen und nicht so sehr nach der Gesamtmenge. Da in den verschiedenen Schilfwasserbiotopen im Tagesgang auch markante Unterschiede im Gehalt an gelösten Kohlenstoffen (HAMMER 1980) auftreten, muß zusammen mit den Huminstoffen eine Chelatbildung des Fe angenommen werden (SHAPIRO 1967). Um einen Einblick in diese chemischen Abläufe zu bekommen wurde daher eine indirekte Methode mittels physiologischer Ionenaufnahme-Mechanismen der einzigen - in Massenentfaltung - vorkommenden submersen Phanerogame Utricularia vulgaris angewendet.

Innerhalb der diversen Gruppe der submersen Phanerogamen zeigen die Utricularia-Arten die weitestgehende Reduktion des Wurzelsystems und haben sich als rein flotierende submerse Arten in ihrer Evolution entwickelt. Folglich kommt der durch feine Fiederblättchen stark vergrößten Blattoberfläche als Ionenaufnahmeort eine besondere Bedeutung zu. Generell sind bei der Ionenaufnahme 2 Schritte zu unterscheiden:

1) die adhesive Bindung der Ionen im submikroskopischen Raum der Zelle = apparent free space (AFS) und
2) die eigentliche Inkorporation der Ionen in die Zelle. Während letztere nur durch Energie erfolgen kann, ist die Adhesion weitgehend der Diffusion unterworfen (GESSNER und HAMMER 1968, HAMMER 1969).

Die Menge an anorganischen Ionen im AFS gespeichert läßt sich dann erfassen, wenn das pflanzliche Untersuchungsobjekt einem großen hypotonischen Gradienten- wie z.B. dem des dest. Wassers - ausgesetzt wird. Wie an benthischen Meeresalgen gezeigt werden konnte (GESSNER und HAMMER 1968) besteht eine direkte Proportionalität zwischen der Konzentration des Außenmediums und dem "Aufladen" des AFS. Wird nun nach Einsetzen der Anaerobie im Schilfwasserbiotop das Orthophosphat freigesetzt, so muß mit steigender Konzentration des PO_4 im Schilfwasser auch der AFS von Utricularia vulgaris konzentrationsabhängig angefüllt werden. Unterwirft man dann Pflanzenmaterial dem künstlichen Hypotoniegradienten des dest. Wassers so muß die ökol.-physiol. verwertbare Menge an PO_4 erfaßt werden können. Um diese physiologisch ökologische Methode anwenden zu können müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

1) Utricularia vulgaris aus einer bekannten PO_4 Lösung gibt kurzfristig über einen AFS-release PO_4 ab ohne Schädigung der Pflanze

2) Der Gehalt an PO_4-Ionen des AFS von U.vulgaris steigt proportional mit der Außenkonzentration

3) Bei gleichbleibender Konzentration muß in einer gegebenen kurzfristigen Zeiteinheit das Gleichgewicht zur Außenkonzentration erreicht sein, und der meßbare AFS-release mündet in ein Plateau.

Anders als die Nährstoffe der P- und N-Verbindungen spielt das Fe nur als Spurenelement eine Rolle. Kurzfristige Konzentrationsänderungen des AFS im Zusammenhang mit der Anaerobie des Mediums hervorgerufen sind daher nur mit sehr differenzierten Nachweismethoden erfaßbar. Im Gesamtraum der Vegetationsperiode muß jedoch auch die Fe-Aufnahme konzentrationsabhängig erfolgen. Es wurde daher der Fe-Gesamtgehalt der Trockenbiomasse von U.vulgaris mehrmals zu verschiedenen Zeiten im Jahresverlauf aus unterschiedlich anaeroben Schilfbiotopen mittels AAS-Bestimmungen erfaßt

Methode zum PO_4 - AFS-release von U. vulgaris:
Um ein Abklingen des Wundreizes zu bewirken, wurden bereits einige Stunden vor Versuchsbeginn ungefähr 8 cm lange Seitensprosse von U. vulgaris abgeschnitten. Mit dem Standortswasser wurden die Sproßstücke kräftig abgewaschen, um die Epiphyten möglichst gut zu entfernen. Die Versuchsstücke wurden dann in kleineren Plastikkörben in situ innerhalb der U. vulgaris-Bestände exponiert.

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Im Labor wurden Serien von 100 ml Bechergläsern vorbereitet, in die 50 ml mit N_2-geperltem a.bidest gehebert wurden.
Um ein Nachlösen von O_2 aus dem überstehenden Luftraum zu vermeiden wurde vor dem Verschluß mit Parafilm kurz N_2-Gas eingeleitet.
Für jede Messung wurde das Pflanzenstück 3 x rasch mit anaerobem a.bidest. gewaschen und kräftig abgeschüttelt, um das haftende Schilfwasser nicht in die eigentliche Messung einzuschleppen. (GESSNER u. HAMMER 1968). Die Exposition des Utricularia Stückes erfolgte dann für je 4 x 2 min. in 50 ml. Die PO_4-Bestimmung erfolgte ++) dann mit der Mo-Reaktion und die Absorptionswerte sind auf 100 mg Trockengewicht d. Pflanzenmaterials berechnet. Für die Laborversuche wurde das Material in bekannte - ebenfalls anaerobe - PO_4-Lösungen eingelegt und bei Zimmertemperatur unter Luftabschluß in Küvetten verdunkelt gehalten. Die nachfolgende Messung des AFS-release wurde ohne Lichteinwirkung in einer Lade durchgeführt.

Untersuchungsstandorte:
Abb. 1 und 2 geben einen Überblick über das Untersuchungsgebiet im unmittelbaren Bereich der Biologischen Station Illmitz im SO des Neusiedlersees. Das Stationsgebäude ist mittels eines ~1 km langen Kanals mit dem See verbunden. Von dem an diesem Kanal entlangführenden - mit einem Auto befahrbaren - Damm führen 2 schmale Holzstege in den Schilfgürtel (Abb. 2). Mit SA ist jener Standort bezeichnet, der etwa 30 m landwärts vom offenen See gelegen 25 m vom Damm entfernt ist. Seit 10 Jahren erfolgte an dieser Stelle kein nennenswerter Schilfschnitt. Die offene Wasserfläche ist ~1 m^2 groß und die mittlere Wassertiefe beträgt 0,5 m; Phragmites communis weist hier eine durchschnittliche Höhe von 3 m auf und die Halmdichte ist > als 50 Halme/m^2. Bei vorherrschenden NW-Winden wird das Seewasser bis zu dieser Stelle hereingedriftet.
Im Gegensatz hierzu ist der mit SN bezeichnete Standort außerhalb des Einstromes von Seewasser. An dieser Stelle wurde vom Eis aus in den vergangenen Jahren mehrmals das Schilf geschnitten. Auch erreicht Phragmites nur eine durchschnittliche Höhe von 2 m und ist sehr schütter

++) Da bei starkem Epiphytenbewuchs trotz Abwaschens einzelne Zellen abfallen, wurden später alle Proben zusätzlich durch ein PO_4-freies Membranfilter filtriert.

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

entwickelt; die Halmzahl ist < als 50/m^2 und die offene Wasserfläche beträgt viele m^2; die mittlere Wassertiefe ~0,5 m. In beiden Biotopen ist U. vulgaris die einzige in Massenentfaltung vorkommende submerse Phanerogame. Ein völlig anderer Schilfwasserbiotop ist der mit RB= Ruster Boschen bezeichnete Standort. Es handelt sich um eine jener charakteristischen größeren Braunwasserlacken (~ 800 m^2) bis zu 1,5 m tief. Hier kommt U. vulgaris ebenfalls in großen Mengen vor, jedoch ist der Boden von Jahr zu Jahr in unterschiedlichem Bedeckungsgrad mit Najas marina und Potamogeton pectinatus bewachsen. Dieser Standort ist nur mit einem Boot durch einen kleinen Kanal zugänglich.

Untersuchungsergebnisse und Diskussion:

PO_4 - AFS - release:

In Laborversuchen wurden die Eingangs erwähnten Voraussetzungen für die Anwendung der physiol.-ökologischen Methode getestet.

Abb: 3 gibt den release vom PO_4 von U. vulgaris nach einer 30 min Exposition in einer anaeroben Lösung von 50/ug PO_4 wieder. Wie ersichtlich erfolgt binnen 4 x 2 min die größte Abgabe von PO_4 in das Außenmedium. Es wurden daher in den nachfolgenden Versuchsserien immer die Absorptionswerte der ersten 4 x 2 minvon je 4 Sprossen addiert. Wenn die Absolutwerte der Absorption der einzelnen Sprosse starke Schwankungen aufweisen, so ist dies vor allem auf die unterschiedlich große Blattoberfläche zurückzuführen. Für detailliertere zukünftige Untersuchungen muß eine Erfassung mittels eines leaf areameters angestrebt werden.

Mußte zunächst der PO_4-release aus anaeroben PO_4-Lösungen überprüft werden, so erbrachten die in Abb.4 und 5 dargestellten Untersuchungsergebnisse die nötigen weiteren Voraussetzungen für eine ökologische Anwendung der Methode. So zeigt sich bei gleichbleibender Expositionszeit aber steigender PO_4-Konzentration des Außenmediums eine direkte Proportionalität des AFS-release (Abb.4). Bei gleichbleibender Außenkonzentration erreicht der AFS-release nach 2 h den Maximalwert (Abb.5).

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Im Juli 1981 wurde erstmals eine Nachtserie über den AFS-release von U.vulgaris an SA und SN durchgeführt (Abb.6). Schon um 17^{00} weist U.vulgaris in SA einen AFS-release auf der einer Außenkonzentration von ~35 µg PO_4/l des anaeroben Schilfwassers entspricht, und nahm bis in die Morgenstunden stetig zu. In SN war ein nennenswerter PO_4-release erst um 7^{00} nachzuweisen. Die Ursache für diesen markanten Unterschied in der Oberflächenschicht (0-15 cm) in beiden Schilfwasserbiotopen ist in der grundsätzlich unterschiedlichen Wirkungsweise der beiden Ökofaktoren Lichtintensität und Wind zu suchen. So ist nach Untersuchungen von RODEWALD-RUDESCU (1974) die Windbewegung innerhalb von Schilfbiotopen wie SA (mindestens 30 m vom offenen Wasser und etwa ebenso weit vom Land entfernt > 50 Halme/m^2) einen halben Meter über der Wasseroberfläche ausgeschaltet. Dies bedeutet, daß die dichte Pflanzenmasse von U. vulgaris nicht bewegt wird und der Stagnationseffekt (GESSNER 1937) zur Wirkung kommt. Der Gastransport erfolgt also über die gegenüber der Luft im Wasser 35 000 mal geringere Diffussionsgeschwindigkeit der Gase. Weist das Umgebungswasser noch einen meßbaren Sauerstoffgehalt von 1 mg - 2 mg O_2/l auf, ist die Pflanze selbst schon von einem anaeroben Wasserfilm umgeben. Zudem ist mit der vollen Laubentwicklung von Phragmites eine starke Reduktion der Lichtintensität innerhalb kleiner Schilfwasserbiotope (SA) verbunden (GESSNER 1955). Da der starke Epiphytenbewuchs und die Deposition der anorganischen Trübepartikel-vom zeitweiligen Eindriften de des Seewassers herrührend- einen weiteren "shading-effect" (SAND-JENSEN 1981) bewirken, wird der Kompensationspunkt für U.vulgaris relativ früh am Nachmittag unterschritten. Durch den Stagnationseffekt verbleibt der während der Photosynthese gebildete Sauerstoff weitgehend innerhalb der dichten Utricularia-Biomasse. Da die Atmung submerser Phanerogamen von der Sauerstoffspannung des Außenmediums abhängt (GESSNER 1937) ist die Atmungsrate nach Unterschreiten des Kompensationspunktes groß und U.vulgaris schafft sich selbst die Anaerobie . Im Gegensatz zu Biotopen wie sie im SA gegeben sind, ist die Windbewegung über Schilfwasserbiotopen mit schütterem, niedrigerem Schilfbestand (SN= < 50 Halme/ m^2, 2 m Höhe)

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

erst bei einer Windgeschwindigkeit unter 4 m/sec. (DOBESCH, mdl. Mitteilung) ausgeschaltet und erst dann kommt auch hier der Stagnationseffekt zur ökologischen Wirksamkeit. Die geringfügige Lichtintensitätsverminderung in offenen Schilfwasserblänken ergibt eine hohe Photosyntheseleistung, damit auch einen großen Sauerstoffeintrag in die Oberflächenschicht während des Tages. (HAMMER 1980).
In der Untersuchungsnacht trat gegen 4^{00} Windstille ein und 2 h nach Einsetzen der Anaerobie zeigte auch hier die Erfassung des PO_4 über den AFS-release von Utricularia einen Anstieg des PO_4 in der Oberflächenschicht.
Mit dem AFS-release von U.vulgaris erfaßt man den PO_4-Gehalt in der Oberflächenschicht des Schilfwassers. Ob der erfaßte PO_4-Gehalt tatsächlich nur dieser Wasserschichte entstammt ist fraglich. Da unter der dichten Pflanzenbiomasse von U.vulgaris die Temperatur stets um 1,5 - 2° C geringer ist, bildet sich bei Temperaturbereichen über 25°C eine große thermische Schichtung aus und unmittelbar über der Bodenschlammschicht frei gesetzte PO_4-Mengen werden erst bei nächtlicher Homothermie in die Oberflächenschicht gelangen. Die geplanten Untersuchungen mittels versenkter Pflanzenproben konnten wegen Krankheit nicht durchgeführt werden.

AAS-Untersuchungen über Fe-Anreicherung als Anaerobie-Indikator

Bietet die AFS-Methode "in situ" einen Einblick in die kurzfristigen Veränderungen des ökologischen PO_4-Angebotes in unterschiedlich stark anaeroben Schilfwasserbiotopen sollten die Fe-Analysen der Trockenbiomasse von U.vulgaris zu einem brauchbaren Instrument für die Evaluierung des Anaerobiegrades verschiedener Schilfwasserbiotope wie in SA und SN gegeben - führen.
Es wurden bereits 1980 erste Daten über den Fe-Gehalt von U.vulgaris aus den 3 Biotopen SA, SN und RB erfaßt. (HAMMER 1981)
Während der Vegetationsperiode 1981 wurden Pflanzen von U. vulgaris aus den 3 Biotopen transplantiert. Wie aus Abb.7 ersichtlich steigt im Pflanzenmaterial aus dem Ruster Boschen in SA und SN verpflanzt dem Anaerobiegrad entsprechend der Fe-Gehalt in der Trockenbiomasse stark an, während Utriculariapflanzen aus SA und SN kaum eine weitere Zunahme in RB zeigten. Die Fe-Anreicherung im Zusammenhang mit Anaerobie hatte

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

MISRA (1938) bereits an submersen Phanerogamen der Litoralbereiche englischer Seen nachgewiesen. Allerdings handelte es sich um Submerse, die in anaerobem Sediment wurzelten.
In neuerer Zeit fanden KARPATI und KARPATI (19) eine Fe-Zunahme gegen Ende der Vegetationsperiode in Submersen des Balaton im Zusammenhang mit dessen Eutrophierung .
Vorläufig ließ sich nur die Zunahme des Fe in der Pflanze in Zusammenhang mit dem Anaerobiegrad in den unterschiedlichen Schilfwasserbiotopen des NS nachweisen. Inwieweit das Fe in die Zelle selbst aufgenommen wird oder ob es zu einer Inkrustation bei der aktiven Sauerstoffabscheidung während der Photosynthese kommt, muß die biochemische Analyse erbringen. OHLE (1934) postulierte im Zusammenhang mit Fe-Röhren im Sediment des Pluss-Sees, daß es durch die aktive O_2-Abgabe zur Oxydation von Fe im Wurzelbereich von Phragmites komme.
Mit der während der Vegetationsperiode unterschiedlich steigenden Fe-Anreicherung von Utricularia vulgaris ist ein Indikator gegeben, in erster Annäherung Aussagen über das zeitliche Ausmaß der Anaerobie von Schilfwasserbiotopen eines flächenmäßig so großen Untersuchungsareals wie es der Phragmitesgürtel des Neusiedlersees darstellt, machen zu können.

Danksagungen
Für die Fe-Analysen von U.vulgaris bin ich Frau Dr.V. Karpati zu großem Dank verpflichtet. Diese interdisziplinäre Arbeit wurde durch Unterstützung der Österr.Akad.d.Wiss ermöglicht, wofür herzlich gedankt sei. Frl. Beate Wendelin - Ferialpraktikantin - half während der Labor- und Felduntersuchungen.Für die bei PO_4-Untersuchungen gebotenen extremen Reinheitsbedingungen der verwendeten Glasgeräte wie das Vorbereiten der anaeroben a. bidest. Proben war ihre sorgfältige Arbeit eine essentielle Hilfe.

+(Die AFS-Untersuchungen des PO_4-release in Zusammenhang mit der Anaerobie wurden 1981/82 in weiterem Rahmen auch auf Elodea spec.Zostera marina, Fucus platycarpus und Fucus virsoides ausgedehnt.Die ergebnisse werden an anderer Stelle dargestellt werden,da sie der Beginn einer Reihe weiterer Untersuchungen sind.

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

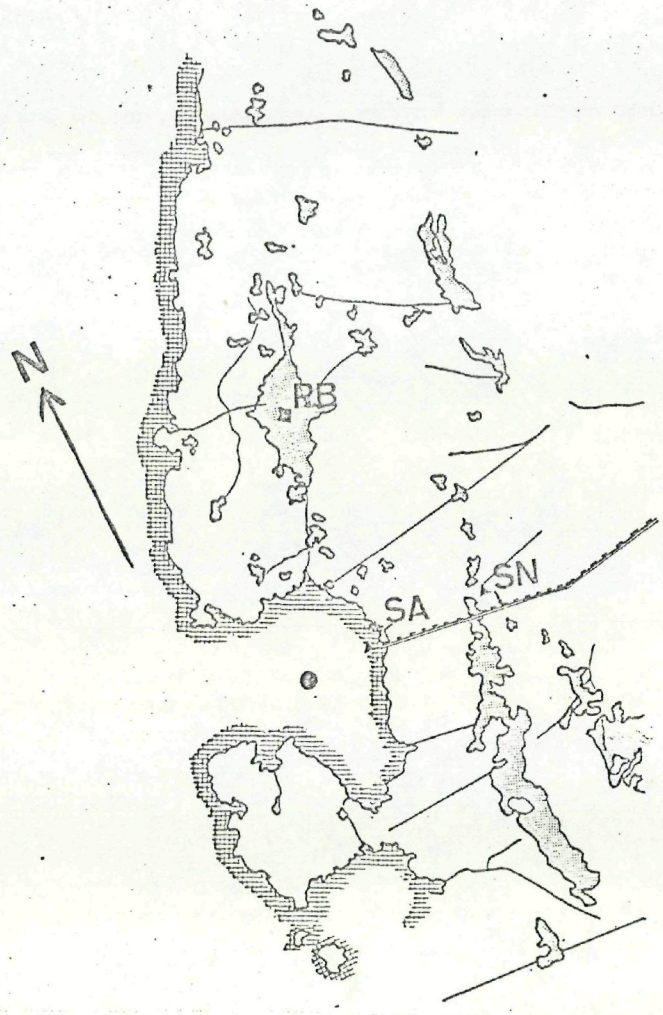

Abb.: 1 : Übersicht über die Bucht der Biologischen Station Illmitz und den unmittelbar angrenzenden Schilfgürtel.
SA= Schilfstandorte innerhalb der Austauschzone Neusiedlersee:Schilfrand
SN= Landwärtsgelegener Schilfwasserbiotop
RB= Ruster Boschen;Braunwasserlacke innerhalb des Schilfgürtels

© Biologische Station Neusiedler See/Austria, download unter www.biologiezentrum.at

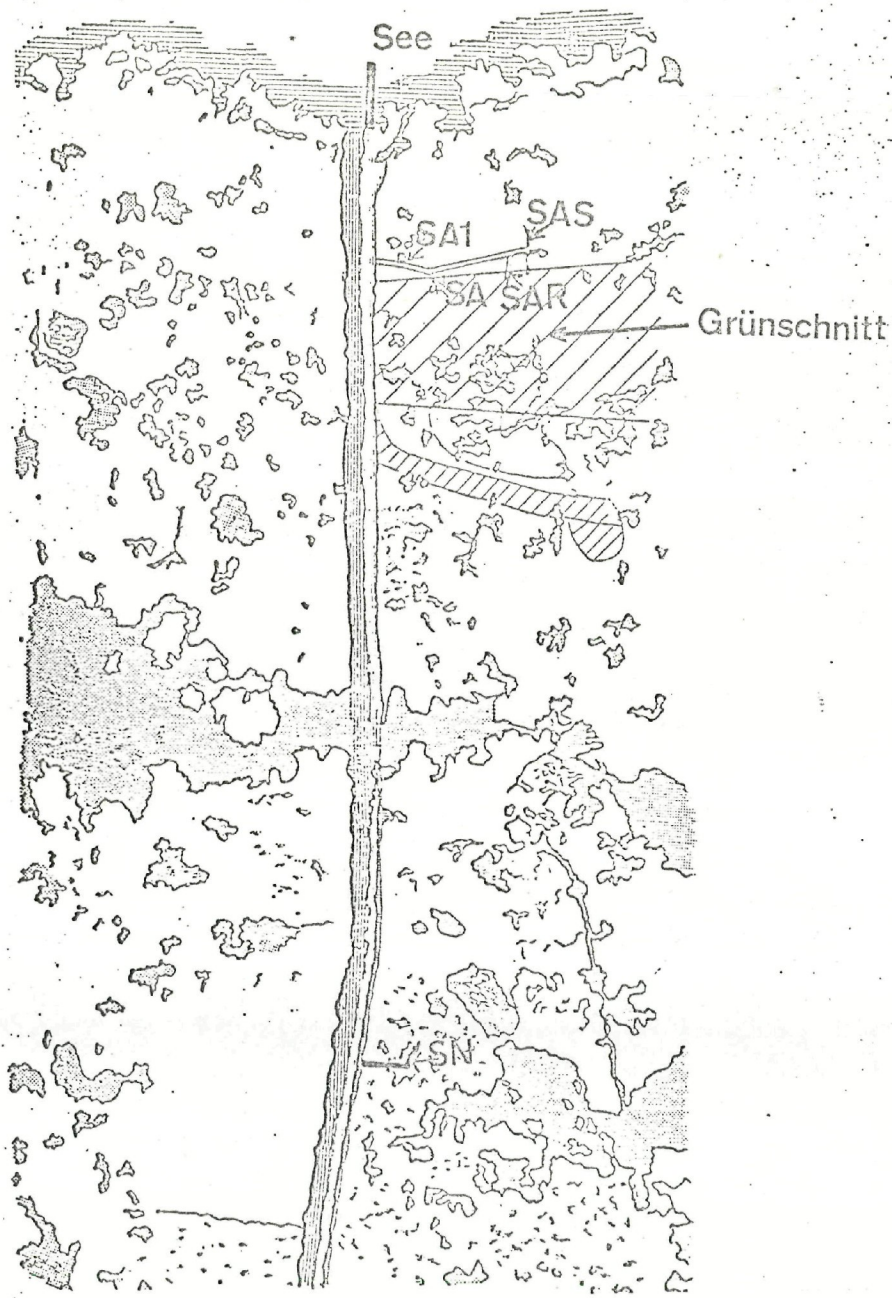

Abb.: 2: Untersuchungsgebiet innerhalb des Schilfgürtels entlang des Kanals der Biol.Station Illmitz.(Nach Kameraflügen durch G.SCHLOTT gezeichnet,Aufnahmen März 1982).

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

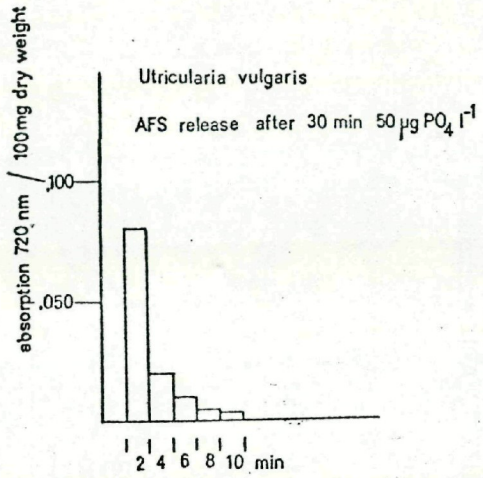

Abb.: 3: PO_4-Abgabe nach 30 minütiger Exposition in anaerober PO_4-Lösung.

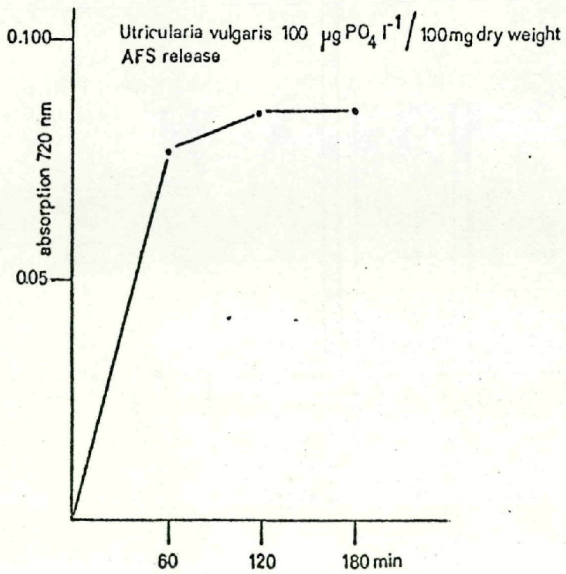

Abb.: 4: PO_4-Abgabe bei Exposition in gleichbleibender Konzentration
Mittelwert aus 4 Sprossen je 4 x 2 min.

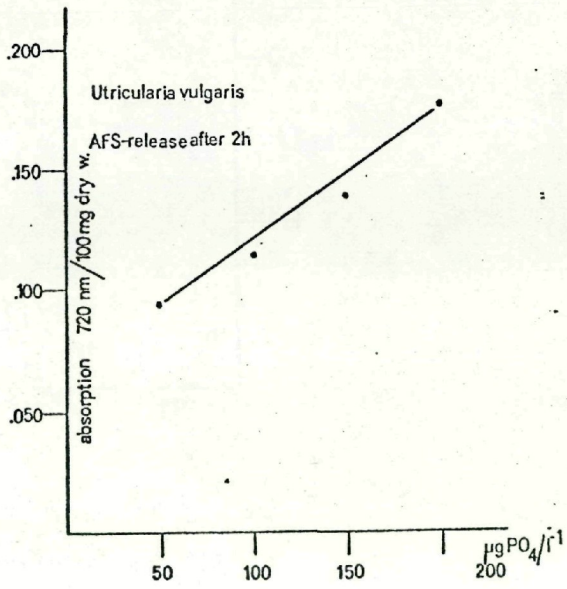

Abb.: 5: PO_4-Abgabe in Beziehung zu steigender Außenkonzentration
Mittelwert aus 4 Sprossen je 4 x 2min

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

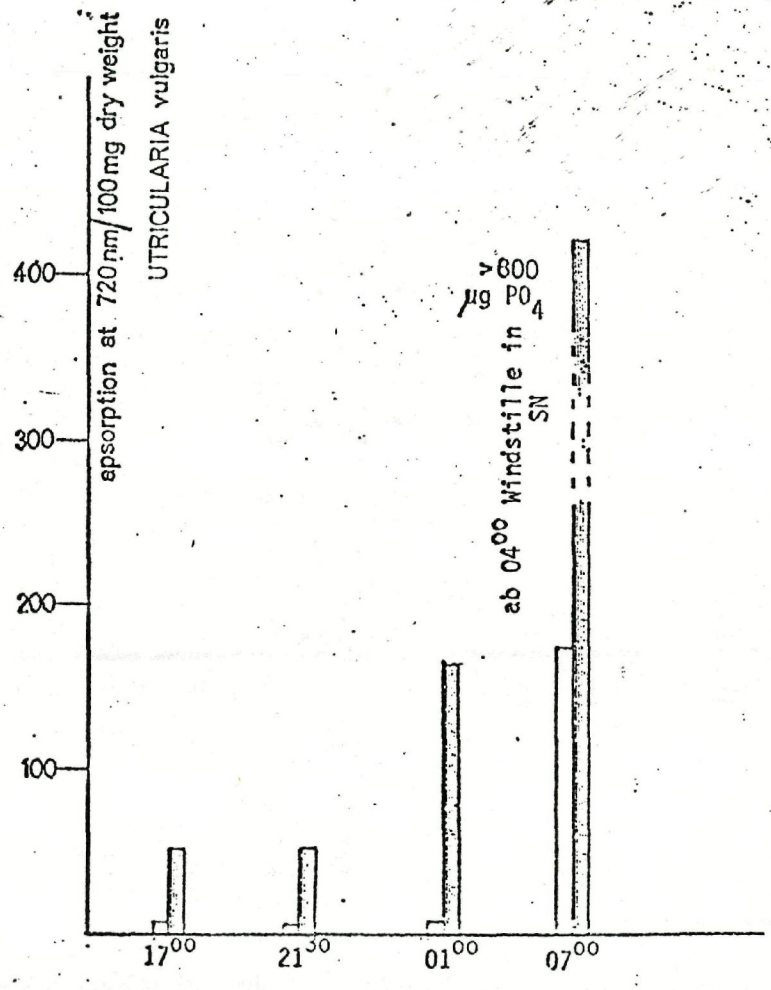

Abb.: 6: "in situ" AFS-Bestimmung in SA und SN je 4 Sprosse 4 mal 2 min.13.7./14.7.1982

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

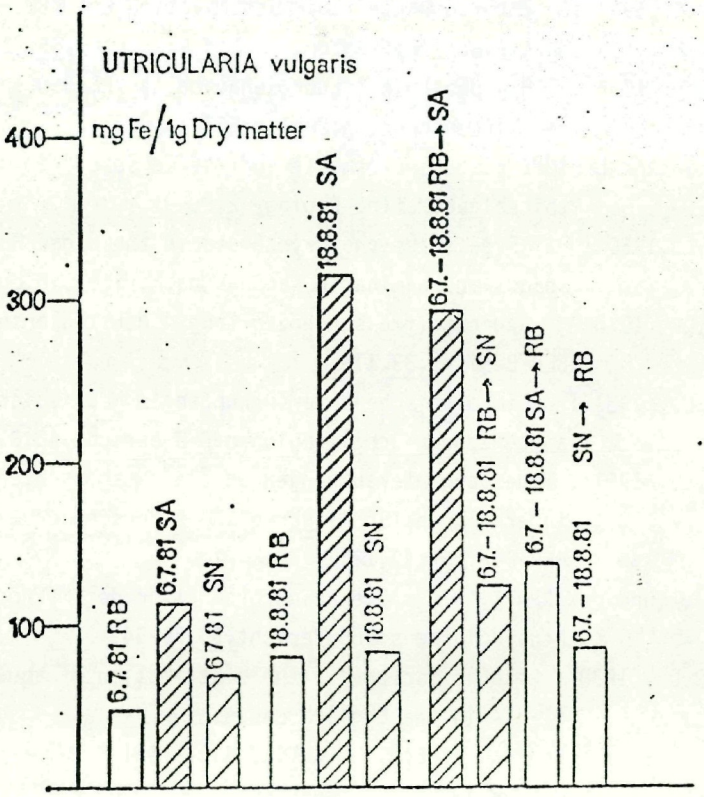

Abb.: 7: Versetzungversuch von Utricularia vulgaris in Biotope unterschiedlich stark ausgeprägter Anaerobie. Alle Proben sind ohne Blasen. Pflanzenmaterial mit Fangblasen weist einen 24 % höheren Gehalt an Fe auf. Erl. siehe Text

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

L i t e r a t u r:

EINSELE,W., 1938 : Über chemische und kolloidchemische Vorgänge in Eisen-Phosphatsystemen unter limnochemischen limnogeologischen Gesichtspunkten.Arch.f.Hydrobiol.,33,361

GESSNER,F.,1937 : Untersuchungen über Assimilation und Atmung submerser Wasserpflanzen.Jahrb.f.wiss.Bot.,85,267-328

GESSNER,F.,1955 : Hydrobotanik I(Energiehaushalt) VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften,Berlin 517 pp.

GESSNER,F.and L.HAMMER,1968 : Exosmosis and " free space" in marine benthic algae.Marine Biology,2,88-91

HAMMER,L.,1969 : "Free space-photosynthesis in the algae Fucus virsoides and Laminaria saccharina.Marine Biology,4,2,136-138

HAMMER,L., 1978: Sauerstoffmessungen,Vortrag 4.Neusiedlerseetagung, BFB-Bericht,33,111

HAMMER,L., 1981 : Limnologische Untersuchungen im Neusiedlersee und den angrenzenden Schilfregionen.BFB-Bericht,40,31-36

HAMMER,L., 1981 : Tagesganguntersuchungen an zwei ausgesuchten Standorten innerhalb des Schilfgürtels des Neusiedlersees. BFB-Bericht,42,121

KARPATI,I.und V.KARPATI,1979 : Die Primärproduktion der Makrophyten des Neusiedlersees.BFB-Bericht,33,79-94

MISRAmR.D., 1938 : Edaphic factors in the distribution of aquatic plants in the English Lakes. Journal of Ecology,XXVI,2,411 - 451

NEUHUBER,F.and L.HAMMER,1979 : Oxygen conditions in ed:H.LÖFFLER: Neusiedlersee:The limnology of a shallow lake in Central Europe,121-131, W.Junk The Hague-Boston-London

RODEWALD-RUDESCU,L., 1974 : Das Schilfrohr.in:Die Binnengewässer XXVII, E.Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart 302 pp

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

SAND-JENSEN,K. and M.SØNDERGAARD,1981: Phytoplankton and Epiphyte Development and their shading effect on submerged Macrophytes in Lakes of different Nutrient Status. Int.Revue ges.Hydrobiol.,66,4, 529- 552

SHAPIRO,J.,1967 : Iron available to algae:Preliminary report on a new approach to its estimation in lake water through use of the "ferrigram". Proc.IBP-Symp.Amsterdam,Nieuwersluis,1966,219-288.

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: 1982

Band/Volume: 43

Autor(en)/Author(s): Hammer L.

Artikel/Article: AFS-Release von Utricularia Vulgaris - ein Schlüssel zu Verständnis chemischer Abläufe in Schilfwasserbiotopen des Neusiedlersees 273-287