

Veröffentlichungen des Österreichischen Nationalkomitees für das Internationale Biologische Programm (I. B. P.).

Abteilung: Produktionsbiologie des Festlandes. Arbeitsgruppe des II. Zoologischen Institutes unter Leitung von Professor Dr. WILHELM KÜHNELT.

Nr. 3

Redoxpotential und Sauerstoffverbrauch von Böden einiger Salzgewässer im Gebiet des Neusiedler Sees (Österreich)

VON FRITZ SCHIEMER und ABD EL MONEM ZAKI FARAHAT

Mit 5 Abbildungen

(Eingereicht in der Sitzung am 15. Dezember 1966)

I. Einleitung

Es war Aufgabe der vorliegenden Arbeit, den Zustand verschiedener Böden im Neusiedler See und in einigen kleinen Salzgewässern durch Messung des Redoxpotentials und des Sauerstoffverbrauches (im folgenden als QO_2 bezeichnet) zu beschreiben.

Die Messung des Redoxpotentials wurde in der Limnologie bereits mehrfach und in Verbindung mit verschiedenen Fragestellungen durchgeführt. PEARSALL und MORTIMER (1939) und MORTIMER (1942) verglichen es mit den anorganischen Redoxsystemen (Ferri—Ferro-Eisen, Sulfat—Sulfid) in verschiedenen natürlichen und künstlichen Medien. HUTCHINSON, DEEVEY und WOLLACK (1939) und HAYES, REID und CAMERON (1958) versuchten das Redoxpotential (im Hypolimnion bzw. im Profundalschlamm) zur Kennzeichnung des Produktionszustandes zu verwenden. Eine kritische Auseinandersetzung mit dem Aussagewert von Redoxpotentialmessungen in Sedimenten stellt die Arbeit von ZOBELL (1946) dar.

In ähnlicher Weise wie in der vorliegenden Arbeit verglichen TEAL und KANWISHER (1961) das Redoxpotential verschiedener Untersuchungsstellen einer Marsch in Georgia, USA, mit dem QO_2 (gemessen mit Sauerstoffelektroden) der entsprechenden Bodenproben.

Die Literatur über den Sauerstoffverbrauch von Böden wurde von FARAHAT und NOPP (1967) besprochen.

Das Redoxpotential ist ein Maß für die Stärke der Reduktion, die durch die bakterielle Aktivität im Boden hervorgerufen wurde. Der Sauerstoffverbrauch von Bodenproben, in denen die Aktivität der Organismen ausgeschaltet ist, kann als Maß für die Menge chemisch reduzierten Materials verwendet werden. Zwischen den beiden Größen besteht prinzipiell keine Beziehung. Wir hofften, durch die Anwendung der beiden Methoden eine möglichst gute Kennzeichnung der untersuchten Böden für weitere ökologische Untersuchungen zu erhalten. Ferner interessierte uns die Frage, wie weit unter natürlichen Bedingungen eine Korrelation zwischen den beiden Größen auftritt.

II. Untersuchungsgebiet

Die Aufsammlungen zu dieser Arbeit wurden im September und Oktober 1966 im Schilfgürtel bei Rust und in einigen Zick- (=Soda-)lacken in der Nähe von Illmitz durchgeführt.

Der Neusiedler See, im Osten Österreichs gelegen, stellt als Na-Karbonat-Gewässer mit beträchtlichem Chlorid- und Sulfatgehalt einen chemisch charakteristischen Gewässertypus dar. (Die Leitfähigkeit des Seewassers liegt bei 1500—2000 μS_{18} .) Die Ufer dieses pannonischen Flachsees (Durchschnittstiefe ca. 1 m) sind bis auf wenige Stellen von einem breiten Schilfgürtel bestanden, der sich teilweise bis 3 km und mehr in den See hinein erstreckt.

Seit 1966 werden im Schilfgürtel nahe der Stadt Rust an vier Untersuchungsstellen eingehende ökologische Untersuchungen im Rahmen des I. B. Programmes des II. Zool. Institutes der Universität Wien (Leiter Prof. KÜHNELT) durchgeführt. Diese vier Lokalitäten, hier kurz R I, R II, R III und R IV genannt, wurden in den Arbeiten von IMHOF (1967) und FARAHAT und NOPP (op. cit.) beschrieben. Sie unterscheiden sich in charakteristischer Weise bezüglich der durchschnittlichen Überflutungszeit während des Jahres und ihrer Vegetation. In Jahren mit normalem Wasserhaushalt liegen R I und R II ganzjährig, R III während der Sommermonate trocken. R IV ist das ganze Jahr hindurch überflutet (IMHOF op. cit.). In den Jahren 1965 und 1966 war der Wasserstand abnormal hoch. Während der Untersuchungszeit lagen die Stellen R II—R IV unter Wasser.

Die Vegetation besteht in R I hauptsächlich aus *Carex*, in R II aus *Carex* und *Phragmites*, in R III nur aus *Phragmites*,

in R IV aus Phragmites und einem dichten Utricularia-Unterswuchs.

Nach FARAHAT und NOPP (op. cit.) steigen der Wurzelgehalt, die Menge organischer Substanz und die höchste Korngrößenfraktion des Bodens ($> 0,5$ mm) von R I nach R IV an, nehmen aber an jedem Entnahmeort von der obersten Bodenschicht nach unten hin ab. Der Detritusgehalt und die kleinste Korngrößenfraktion ($< 0,063$ mm) verringern sich von R I nach R IV. Dies gilt vor allem für die oberste Bodenschicht, während in der tieferen Zone Korngrößenverteilung und der Gehalt an organischen Stoffen an allen 4 Stellen gut miteinander übereinstimmt. Der pH -Wert liegt zwischen 7,4—8,0.

An den Neusiedler See schließt im Osten ein Ausläufer der „kleinen ungarischen Tiefebene“ an. In diesem Gebiet („Seewinkel“) liegen an die 50, meist nur wenige Dezimeter tiefe Natrongewässer, die sich in der Anionenrelation und in der Salzkonzentration stark voneinander unterscheiden und deren chemische und thermische Verhältnisse starken tages- und jahreszeitlichen Veränderungen unterworfen sind (LÖFFLER 1957, 1959).

Vier dieser Gewässer, die zu den chemisch höchstkonzentrierten im Gebiet zählen und die sich hinsichtlich der Ionenzusammensetzung, der Bodenstruktur und der organischen und anorganischen Trübung stark unterscheiden, wurden von uns untersucht. Die Auswahl der 4 Lacken erfolgte im Rahmen einer Arbeit über die Bodenfauna, die einer der Autoren (SCHIEMER) durchführt.

Die wichtigsten Charakteristika der 4 Gewässer sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Die Zicklacken sind mit den Nummern LÖFFLERS (1957) bezeichnet.

Tab. 1. Salzkonzentration (in μS_{18}) im Jahre 1965, Anionenrelation (in Prozent der mval-Summe), organische und anorganische Wassertrübung (LÖFFLER, 1959) und Bodenart der untersuchten Zicklacken.

Gew.- Nr.	Leitfähig- keit μS_{18}	Anionen SBV/Cl/SO ₄	Trübung		Bodenart
			anorg.	org.	
27	2300—2600	81/13/6	stark	—	inhomogen; Lehm, Schotter, Feinsand
38	1600—2900	67/30/3	—	mittel	sandig
39	2200—3700	60/32/8	—	mittel	feiner Sand, Lehm
45	2600—5000	43/28/30	—	mittel	org. reiches Feinsedi- ment

III. Methode

1. Redoxpotentialmessungen

Das Redoxpotentialgefälle gegen die Tiefe wurde in den verschiedenen Böden mit einer blanken Platinelektrode (0,6 cm² Platinfläche) in Verbindung mit einer Kalomelektrode gemessen.

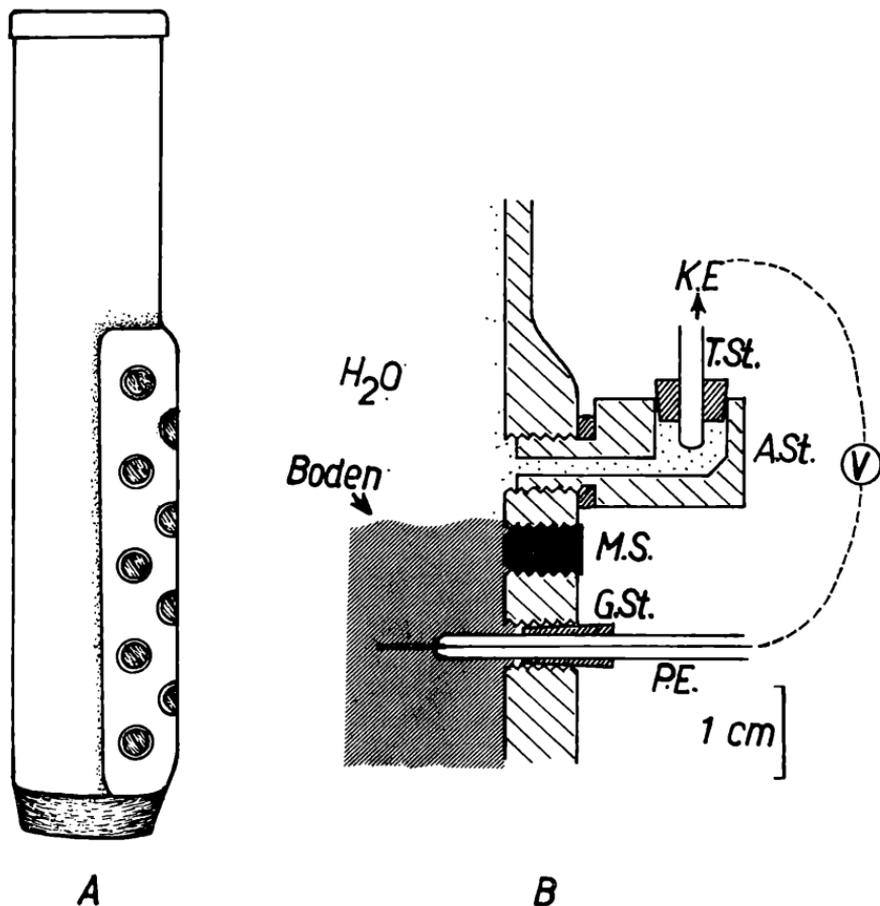


Abb. 1. A Stechzylinder für die Entnahme der Bodenproben und für anschließende Redoxpotentialmessungen. Der verstärkte Teil der Zylinderwand ist mit Bohrungen für die seitliche Einführung der Elektroden versehen. B Schematischer Querschnitt durch die verstärkte Zylinderwand: A. St. = pfeifenförmiges Ansatzstück für die Kalomelektrode (= K. E.); T. St. = Tonstift der Kalomelektrode; M. S. = Messingschraube; G. St. = Gummistopfen der Platinelektrode (= P. E.).

Als Meßgerät diente das Kompensations-Voltmeter „Pehavi“ der Firma HARTMANN & BRAUN.

Da sich die Böden in ihrer Dichte, ihrem Wurzelgehalt usw. stark unterschieden, wurde die Elektrode nicht in der üblichen Weise von der Oberfläche in die Tiefe gestoßen, sondern ein Plexiglaszylinder zur Probenentnahme verwendet, der die seitliche Einführung der Elektrode erlaubt (Abb. 1)¹. Diese Apparatur erwies sich für die Untersuchung der verschiedenen Bodentypen als sehr geeignet. Der ca. 25 cm hohe Zylinder, der unten mit einem abgestutzten Messingring versehen ist, wird mit der Hand vorsichtig ungefähr 15 cm tief in den Boden gestoßen und dann mit Hilfe eines Schraubdeckels an der Oberseite luftdicht abgeschlossen. Nach Entnahme läßt sich die Unterseite mit einem Stopfen ebenfalls abdichten. Seitlich sind in einem verstärkten Teil der Zylinderwand im Abstand von einem Zentimeter untereinander Löcher von 5 mm Weite gebohrt, die mit Messingschrauben verschließbar sind. Durch diese Öffnungen können Platinelektroden und Temperaturfühler von der Seite in den Bohrkern gestoßen werden. Die Kalomelelektrode wird über ein abschraubbares, pfeifenartiges Ansatzstück ebenfalls seitlich mit der Probe verbunden (Abb. 2 B).

Die elektrische Spannung wird 5 und 10 Minuten nach dem Einstechen der Elektrode abgelesen. Ergab sich zwischen den beiden Ablesungen eine starke Differenz, wurde eine weitere Messung nach 30 Minuten vorgenommen. Die nach 10 bzw. 30 min gemessene Spannung wurde durch Addition von 250 mV auf die Normalwasserstoffelektrode bezogen (E_h).

Für die Brauchbarkeit der Methode spricht die Tatsache, daß Messungen an Proben derselben Stelle immer gut übereinstimmende Werte ergaben.

2. Messung des Sauerstoffverbrauches

Der für die Redoxpotentialmessungen verwendete Bohrkern wurde mit einem Stößel aus dem Entnahmezylinder geschoben und mit einem scharfen Messer 3 Abschnitte: a) 0—1 cm, b) 5—6 cm, c) 10—11 cm herausgeschnitten. Im folgenden werden diese Tiefenzonen entsprechend mit a, b und c bezeichnet. Das Material wurde unmittelbar nach der Entnahme in Glastuben gefüllt und mit Wachs gasdicht verschlossen.

Im Laboratorium erfolgte eine Aufteilung des Materials in 12 ca. 1 ml große Proben, von denen wir einige zur Bestimmung

¹ Herrn FRITZ AIGNER von der Biologischen Station Lunz danken wir bestens für den Bau des Gerätes.

des Trockengewichtes, die anderen zur Messung des Sauerstoffverbrauches in der Warburgapparatur (Modell V 85, Firma Braun, 15 ml Reaktionsgefäße) verwendeten. Die angewendete Methode wurde von FARAHAT und NOPP (op. cit.) beschrieben:

Die einzelnen Proben wurden in den Reaktionsgefäßen mit ca. 3 ml Wasser versetzt und 20 kleine Glaskugeln hinzugegeben, um die Zusammenballung des Bodenmaterials zu verhindern.

Einige der Warburgproben versetzten wir mit 2 Tropfen Formol, um die Tätigkeit der Mikroorganismen zu unterbinden. (Kontrollversuche haben gezeigt, daß der QO_2 des zugesetzten Formols vernachlässigbar gering ist.) Auf diese Weise stellten wir sowohl die Menge der chemisch reduzierten Substanz (QO_2 der Formol-versetzten Proben) als auch den „biologischen Sauerstoffverbrauch“ (als Differenz der Werte der Formol-versetzten und der unbehandelten Proben) fest.

Die Warburgmessungen erfolgten bei einer Temperatur von $20^{\circ}C$ und einer Schüttelfrequenz von 120/min. Alle 15 Minuten wurden die Manometer abgelesen, die Messung 5 Stunden hindurch fortgeführt. Zur Berechnung des Sauerstoffverbrauches, der in $\mu l O_2$ pro g Trockengewicht und Stunde angegeben wurde, wendeten wir die Methode von UMBREIT, BURRIS und STAUFFER (1959) an.

Der Glühverlust der getrockneten Proben im Muffelofen ($600^{\circ}C$, 8 h) wurde als der Gehalt an organischen Stoffen angenommen.

IV. Ergebnisse

1. Redoxpotentialmessungen.

Der hohe Redoxpotentialwert in der Wasserschicht knapp oberhalb der Bohrkerne deutet auf eine gute Durchlüftung in den Zicklacken und in R II hin. Das Potential von 0,40—0,45 V stimmt gut mit den Werten überein, die von HAYES, REID und CAMERON (op. cit.) im belüfteten Wasser knapp über dem Profundalschlamm verschiedener Seen festgestellt wurden. Hingegen spricht der E_n -Wert von ca. +0,2 V für Sauerstoffschwund in R III und R IV, den beiden Stellen mit höherem Wasserstand und geringerem Wasseraustausch (Abb. 2).

Das scharfe Potentialgefälle in den obersten Millimetern im Boden, das in allen submersen Substraten gefunden wurde, kann, entsprechend den Angaben von PEARSALL und MORTIMER (op. cit.) und MORTIMER (op. cit.) als untere Sauerstoffgrenze angenommen werden. Nur in der nichtüberfluteten Untersuchungs-

stelle R I ist das Gefälle in der obersten Bodenschicht weniger stark. Die Sauerstoffgrenze liegt hier in ungefähr 1,5—2,0 cm Bodentiefe.

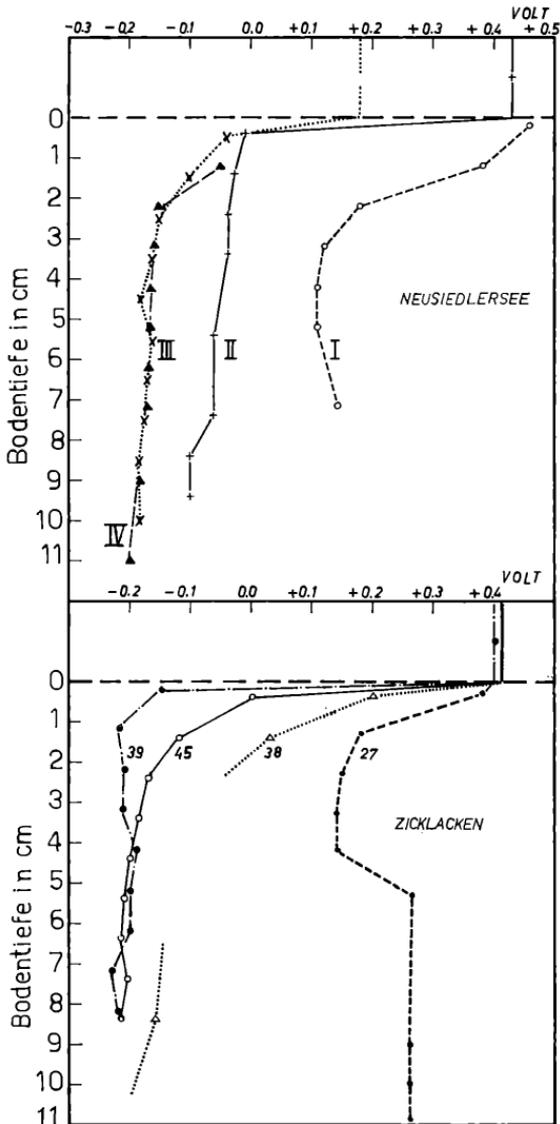


Abb. 2. Das Redoxpotential von 4 Untersuchungsstellen im Schilfgürtel des Neusiedler Sees (I—IV) und von 4 Zicklacken (Gewässer Nr. 39, 45, 38 und 27).

Bereits 1—2 cm unterhalb der Bodenoberfläche wird ein Reduktionsgrad erreicht, der sich nach unten zu nur mehr schwach verstärkt. Das Potential der tieferen Zone (3—10 cm) unterscheidet sich in den untersuchten Lokalitäten teilweise sehr stark (siehe Abb. 2). Im Schilfgürtel nimmt das Potential der Tiefenzone von R I nach R III deutlich ab, bleibt aber zwischen R III und R IV konstant.

Sehr unterschiedlich ist auch das Redoxpotential in den Böden der vier untersuchten Zicklacken:

Gewässer Nr. 27: Zwei Bodenprofile ergaben das gleiche, sehr hohe Redoxpotential. Bedingt durch die normalerweise starke anorganische Wassertrübung und eventuell durch die hohe Alkalinität (siehe Tab. 1) scheint die Primärproduktion dieses Gewässers sehr gering zu sein. Die Korngrößenverteilung des Bodens ist sehr inhomogen. Neben grobem Schotter und Feinsand setzt sich das Substrat hauptsächlich aus einem sehr feinen, weißen Lehm zusammen.

Gewässer Nr. 39: Die Reduktionsstärke im sandigen Boden dieser Lacke ist wesentlich größer als in Nr. 27. Die Redoxpotentialkurve der oberen Zentimeter verläuft aber viel flacher als bei den anderen stark reduzierten Böden. Für diese Form der Kurve ist der größere Korndurchmesser verantwortlich, der eine bessere Durchlüftung bedingt. Erst in größerer Tiefe (unterhalb 10 cm) wird ein Potential erreicht, das einen hohen H_2S -Gehalt anzeigt. Oberhalb dieser Zone war der gemessene Wert geringer als in Nr. 39 und Nr. 45, in denen die starke Schwefelwasserstoffentwicklung schon knapp unter der Substratoberfläche beginnt.

Das ähnliche Potential in den vier am stärksten reduzierten Böden — Nr. 45, Nr. 39, R III und R IV — zeigt, daß ein hoher H_2S -Gehalt den Wert konstant hält (bei ca. E_n —0,2 V). Eine ähnliche Spannung wurde auch von HAYES und Mitarbeitern (1958) in einem Gewässer (Punch Bowl) mit starker H_2S -Entwicklung gemessen.

2. Der Sauerstoffverbrauch der Bodenproben

Der Sauerstoffverbrauch jener Proben, in denen die Aktivität der Organismen durch einige Tropfen Formol unterbunden wurde, nahm während der ersten Stunde der Warburgmessung sehr stark ab, um sich im weiteren Verlauf langsam dem Nullwert zu nähern (Abb. 3). Dieser starke Rückgang des QO_2 während der ersten Manometerablesungen ist darauf zurückzuführen, daß alle leicht oxydierbaren Substanzen bereits nach kurzer Zeit oxydiert sind.

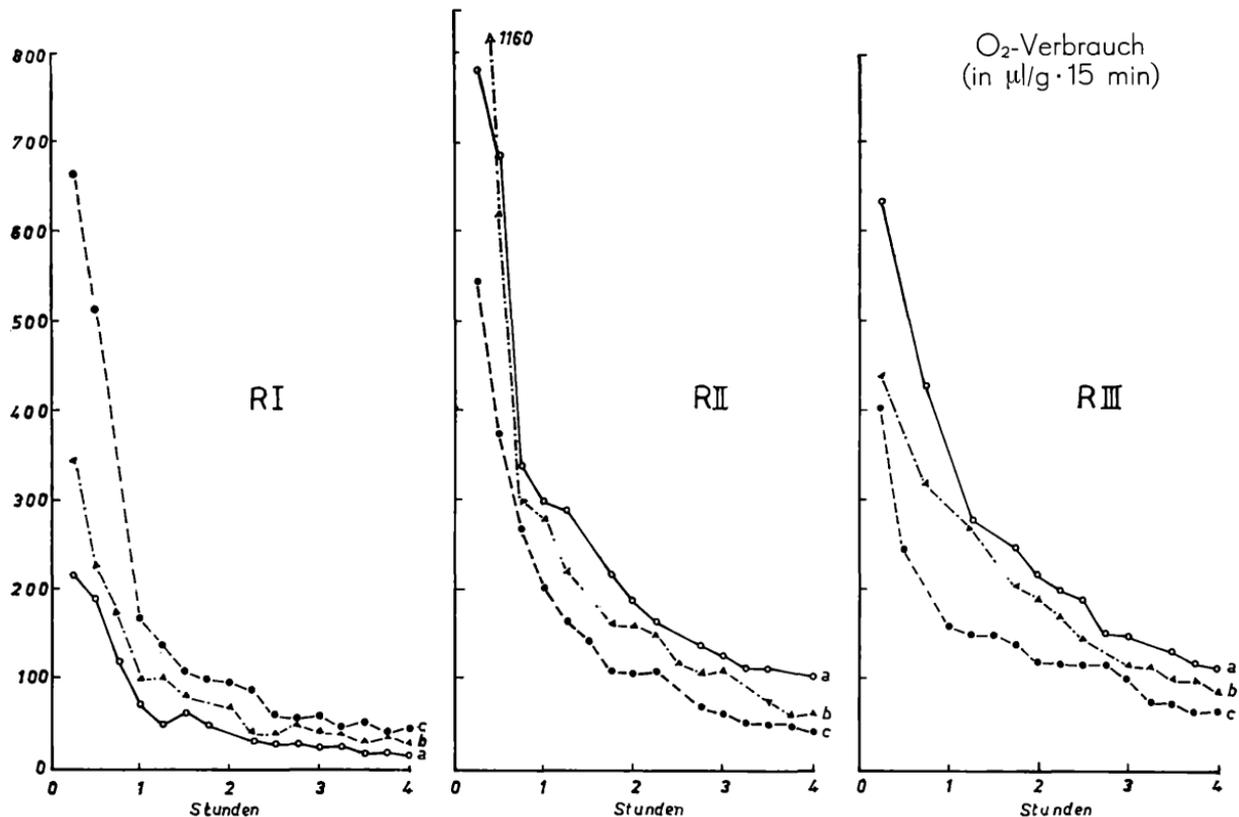


Abb. 3. Der zeitliche Verlauf des O₂-Verbrauches von Bodenproben aus jeweils 3 verschiedenen Tiefenzonen (a, b, c) von 3 Untersuchungsstellen im Schilfgürtel des Neusiedler Sees (R I—R III).

Der „biologische Sauerstoffverbrauch“ (als Differenz der Werte der Formolversetzten und der unbehandelten Proben) blieb im Verlauf der Warburgmessungen mehr oder minder konstant.

Die folgende Besprechung des QO_2 bezieht sich auf die sterilen Proben. Als Vergleichsmaß wurde der QO_2 während der ersten vier Stunden der Warburgmessungen verwendet.

In allen submersen Böden nahm der QO_2 von oben nach unten stark ab, stieg aber umgekehrt in der einzigen nicht überfluteten Lokalität (R I) von der oberen Zone nach unten an (Abb. 4). Dies spricht für die gute Belüftung der oberen Bodenschicht dieses Areals.

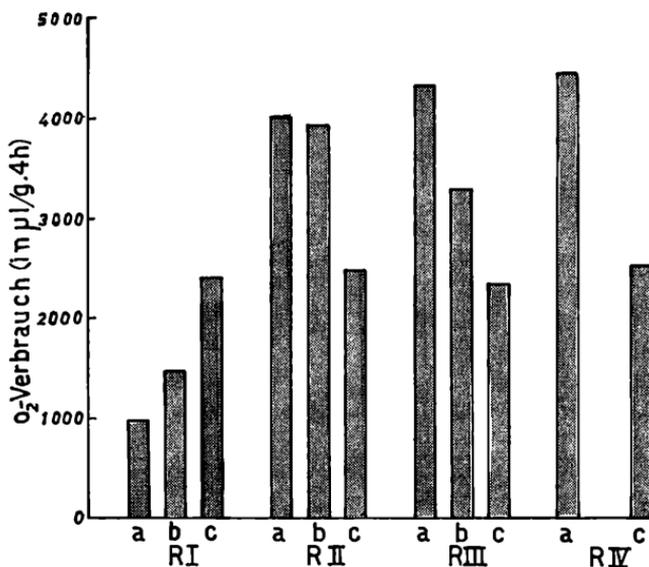


Abb. 4. Der O_2 -Verbrauch Formol-versetzter Bodenproben aus dem Schilfgürtel des Neusiedler Sees während der ersten 4 Stunden Messung in der Warburg-apparatur. Es wurden die Werte von je 3 Tiefenzonen: a) 0—1 cm, b) 5—6 cm, c) 10—11 cm von 4 Untersuchungsstellen (R I—R IV) eingetragen, von denen R I am weitesten landeinwärts liegt und im Gegensatz zu den übrigen nicht überflutet ist.

Der Sauerstoffverbrauch der obersten Bodenzone im Schilfgürtel stieg von R I nach R IV an, was eine entsprechende Zunahme der Menge reduzierten Materials in diesem Profil bedeutet. Interessanterweise war der QO_2 der 10-Zentimeter-Schicht an allen Stellen annähernd gleich.

Unerwartet stark waren die Unterschiede im Sauerstoffverbrauch der Zicklackenböden (Abb. 5). Wodurch diese Unterschiede der in vieler Beziehung doch recht ähnlichen Salzwässer im einzelnen bedingt werden, bleibt noch zu untersuchen. Die vier Kleingewässer lassen sich nach dem Sauerstoffverbrauch ihres Bodens folgendermaßen reihen (in Klammer ist der Verbrauch der oberen Zone während der ersten vier Stunden angegeben): Gewässer Nr. 45 (10.140 $\mu\text{l/g/4 h}$); Nr. 39 (1417); Nr. 38 (268); Nr. 27 (91). Diese Reihung drückt sich auch im QO_2 der 10-Zentimeter-Zone aus und dürfte den Unterschieden in der Primärproduktion dieser Lacken entsprechen.

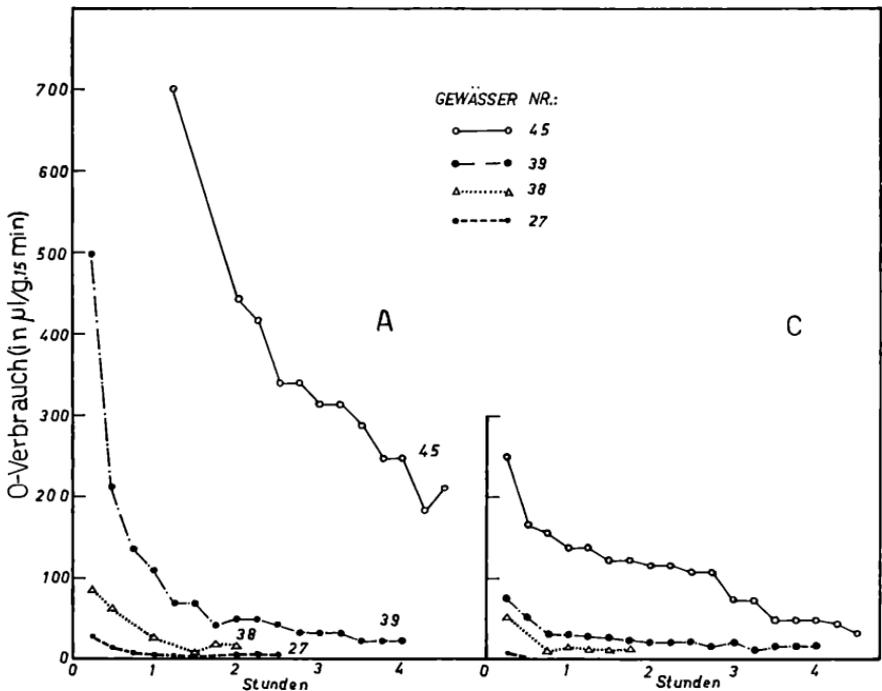


Abb. 5. Der zeitliche Verlauf des O_2 -Verbrauches von Bodenproben von 4 verschiedenen Zicklacken. A Proben aus 0—1 cm Bodentiefe; B Proben aus 10 cm Bodentiefe.

In der folgenden Tabelle ist der „biologische Sauerstoffverbrauch“ und der Gehalt an organischen Stoffen der untersuchten Böden zusammengestellt. Da die Werte der 5- und 10-Zenti-

meterschicht gut miteinander übereinstimmen, wurde auf die Daten der 5-Zentimeter-Zone in dieser Tabelle verzichtet.

Tab. 2. A. Der „biologische Sauerstoffverbrauch“ (in $\mu\text{l/g Tgw./h}$).
B. Der Gehalt an organischen Stoffen (in Prozent des Trockengewichtes) der untersuchten Böden.

Zone	Neusiedler See				Zicklacken			
	R I	R II	R III	R IV	Nr. 45	Nr. 39	Nr. 38	Nr. 27
	A. „Biologischer Sauerstoffverbrauch“							
a	242	547	266	330	1230	87	87	9
c	141	15	25	0	278	9	47	0
	B. Gehalt an organischen Stoffen							
a	39	44	49	54	27,4	12	15	9,6
c	31	28	29	31	—	—	—	—

Diese Ergebnisse werden im folgenden Kapitel besprochen.

V. Diskussion

Die Ergebnisse beider Methoden eignen sich gut zur Charakteristik des Reduktionszustandes im Boden: Im einen Fall wird die Reduktionskraft, im anderen Fall die Menge reduzierter Substanz gemessen.

Die vier Untersuchungsstellen im Schilfgürtel des Neusiedler Sees einerseits und die vier Zicklacken andererseits lassen sich nach dem zunehmenden Sauerstoffverbrauch und der Abnahme des Redoxpotentials des Bodens jeweils in gleicher Weise reihen. Zumindest für die Zicklacken dürfte diese Reihe — Gewässer Nr. 27, 38, 39, 45 — auch einer Reihung nach der zunehmenden Primärproduktion entsprechen.

Man kommt hingegen zu keinem sinnvollen Ergebnis, wenn man die Werte beider Methoden für alle acht untersuchten Lokalitäten gemeinsam vergleicht. Die Erklärung dafür liegt mit großer Wahrscheinlichkeit darin, daß die untersuchten Böden 1. in der Korngrößenzusammensetzung, 2. in der Art des anfallenden organischen Materials und 3. in der Belüftung sehr verschiedenartig sind.

ad 1. Während im Schilfgürtel und in Nr. 45 Feinsedimente vorherrschen, sind die Lacken Nr. 39 und 38, in geringerem Maß auch Nr. 27 sandig.

ad 2. Das organische Material im Schilfgürtel stammt hauptsächlich vom Makrophytenbewuchs, in den Zicklacken hingegen geht es auf Einschwemmungen vom Ufer und auf die Algenproduktion zurück. Die Unterschiede im Gehalt an organischen Stoffen der obersten Bodenzone im Schilfgürtel und in den Soda-seen sind beträchtlich (Tab. 2).

ad 3. Durch die starke Minderung der Windwirkung im „Rohrwald“ ist die Durchmischung der bodennahen Wasserschicht in R III und R IV fast unterbunden, wie auch der niedrige Redoxpotentialwert anzeigt (Abb. 3). Dadurch entstehen für die Aufarbeitung des organischen Materials an der Bodenoberfläche ungünstigere Bedingungen als an den gut belüfteten Zickseeböden.

Daß zwischen der Reduktionsstärke und dem Sauerstoffverbrauch keine direkte Beziehung besteht, läßt sich deutlich an zwei Beispielen zeigen: a) Während der QO_2 des Bodens von oben nach unten stark abnimmt (Abb. 4), bleibt die Reduktionsstärke gleich oder nimmt nach unten hin leicht zu.

b) Obwohl der QO_2 der c-Zone (10 cm) an allen Stellen im Schilfgürtel annähernd gleich war (Abb. 4), traten im entsprechenden Redoxpotential starke und charakteristische Unterschiede auf.

Da das Redoxpotential in Böden mit hohem Schwefelwasserstoffgehalt einen bestimmten Wert konstant einhält, eignet es sich in diesem Fall weniger zur Charakteristik als der QO_2 . In R III, R IV, 45 und 39 war das Potential im Boden sehr ähnlich, während im Sauerstoffverbrauch starke Unterschiede auftraten.

Der „biologische Sauerstoffverbrauch“ (als Differenz der Formol-versetzten und der unbehandelten Proben) kann als Maß für die Aktivität der Bodenorganismen, hauptsächlich wohl der Bakterien, gelten. Wir vermuten allerdings, daß wir mit diesem Wert die Tätigkeit aerober Bakterien messen, die unter den natürlichen (anaeroben) Bedingungen nicht oder in nur geringem Maß aktiv sind.

In allen überfluteten Untersuchungsstellen nahm der „biologische Sauerstoffverbrauch“ von oben nach unten sehr stark ab. Da sie zur Tiefe hin wesentlich stärker abnimmt als der Gehalt an organischen Stoffen (Tab. 2), kann man annehmen, daß die Angreifbarkeit des Materials verschieden ist (siehe FARAHAT und NOPP 1967). Einen vergleichsweise hohen „biologischen Sauerstoffverbrauch“ wiesen die Proben der Tiefenzone (10 cm) der nichtüberfluteten Untersuchungsstelle im Schilfgürtel (R I) auf.

Zwischen dem Gehalt an organischen Stoffen im Boden und dem „biologischen Sauerstoffverbrauch“ einerseits und der Menge reduzierter Substanz und dem „biologischen Sauerstoffverbrauch“ andererseits konnten wir ebenfalls keine Beziehung feststellen (vergleiche Tab. 2). Allerdings war der „biologische Sauerstoffverbrauch“ der Bodenproben von Gewässer Nr. 45, die eine große Menge reduzierter Substanz enthalten, besonders hoch und umgekehrt in Gewässer Nr. 27 beide Werte sehr niedrig.

Da die Bodenatmung im Schilfgürtel des Neusiedler Sees von FARAHAT und NOPP (1967) behandelt wurde, kann hier auf eine weitere Diskussion dieser Probleme verzichtet werden.

VI. Zusammenfassung

1. Die Reduktionskraft (Redoxpotential), die Menge reduzierter Substanz (O_2 -Verbrauch steriler Proben) und der „biologische O_2 -Verbrauch in Böden von vier Untersuchungsstellen im Schilfgürtel des Neusiedler Sees (R I—R IV) und von vier seichten Salzgewässern wurden miteinander verglichen.

2. Für die Messung des Redoxpotentials mittels Platinelektroden verwendeten wir einen Plexiglaszylinder (Abb. 1), der die seitliche Einführung der Elektrode in den Bohrkern erlaubt. Der O_2 -Verbrauch wurde mit der Warburgmethode unter Anwendung der Technik von FARAHAT und NOPP (1967) festgestellt.

3.a) Das Redoxpotential zeigt einen O_2 -Schwund innerhalb der obersten Millimeter in allen submersen Böden an. In dem nassen, aber nicht überfluteten Boden in R I liegt die O_2 -Grenze infolge besserer Durchlüftung tiefer (in ca. 1,5—2,0 cm). Bereits 1—2 cm unterhalb der Bodenoberfläche wird eine stabile Reduktionsstärke erreicht, die sich in den verschiedenen Untersuchungsstellen teilweise sehr stark unterscheidet. Im Schilfgürtel nimmt die Reduktionsstärke von R I in Richtung See zu (Abb. 2).

3.b) Die Menge reduzierter Substanz steigt in R I von der oberen Bodenzone nach unten hin an, nimmt aber in allen submersen Böden von oben nach unten hin ab. Der O_2 -Verbrauch steriler Proben aus der oberen Bodenschicht im Schilfgürtel steigt — wie die Reduktionsstärke — in Richtung See an (Abb. 4). Der „biologische O_2 -Verbrauch ging mit Ausnahme in R I sehr stark von oben nach unten zurück.

Die Böden der vier Zicklacken unterscheiden sich im Redoxpotential, in der Menge reduzierter Substanz und im „biologischen O_2 -Verbrauch“ ganz beträchtlich.

4. Sowohl der O_2 -Verbrauch als auch das Redoxpotential können verwendet werden, um den Reduktionszustand von Böden zu charakterisieren. Zwischen beiden Größen besteht in den untersuchten Böden keine Beziehung, wofür einige Beispiele angeführt werden. Böden ähnlichen Typs (hinsichtlich der Art des anfallenden organischen Materials, der Korngröße und der Durchlüftung) ließen sich nach den Ergebnissen beider Methoden gleichartig reihen. (Zicklacken einerseits, Schilfgürtel andererseits.) Da das Redoxpotential bei hohem H_2S -Gehalt konstant einen bestimmten Wert zeigt, eignet sich der O_2 -Verbrauch in diesen Fällen besser zur Charakteristik.

VII. Literatur

- FARAHAT, A. Z. und H. NOPP (1967): Über die Bodenatmung im Schilfgürtel des Neusiedler Sees. Sitz.-Ber. d. Österr. Akad. d. Wiss. (in Druck).
- HAYES, F. R., B. L. REID and M. L. CAMERON (1958): Lake water and Sediment. II. Oxidation-Reduction relations at the mud-water interface. *Limnol. Oceanogr.* 3 (3): 308—317.
- HUTCHINSON, G. E., DEEVEY, E. S. and WOLLACK, A. (1939): The oxidation-reduction potential of lake waters and its ecological significance. *Proc. nat. Acad. Sci., Wash.* 25: 87—90.
- HUTCHINSON, G. E. (1957): *A Treatise on Limnology*. — New York.
- IMHOF, G. (1967): Ökologische Gliederung des Schilfgürtels und Übersicht über die Bodenfauna unter produktionsbiologischem Aspekt. Sitz.-Ber. d. Österr. Akad. d. Wiss. (in Druck).
- LÖFFLER, H. (1957): Vergleichende limnologische Untersuchungen an den Gewässern des Seewinkels (Burgenland). I. Der winterliche Zustand der Gewässer und deren Entomotrakenfauna. *Verh. Zool. Bot. Ges. Wien* 97: 27—52.
- (1959): Zur Limnologie, Entomotraken- und Rotatorienfauna des Seewinkelgebietes. Sitz.-Ber. d. Österr. Akad. d. Wiss., math.-naturwiss. Kl., Abt. I, 168: 315—362.
- MORTIMER, C. H. (1942): The exchange of dissolved substances between mud and water in lakes. *J. Ecol.* 29: 280—2329, 30: 147—201.
- PEARSALL, W. H. and C. H. MORTIMER (1939): Oxidation-reduction potentials in waterlogged soils, natural water and muds. *J. Ecol.* 27: 483—501.
- TEAL, T. M. and J. KANWISHER (1961): Gas exchange in a Georgia salt marsh. *Limn. Oceanogr.* 6 (4): 388—399.
- UMBREIT, W. W., R. H. BURRIS and J. F. STAUFFER (1959): *Manometric techniques*. Minneapolis. Burgess publishing Co.
- ZOBELL, C. E. (1946): Studies on redox potential of marine sediments. *Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol.* 30 (4): 477—513.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1966

Band/Volume: [175](#)

Autor(en)/Author(s): Schiemer Fritz, Farahat A.Z.

Artikel/Article: [Redoxpotential und Sauerstoffverbrauch von Böden einiger Salzwässer im Gebiet des Neusiedler Sees \(Österreich\). 143-157](#)