©Amt der Burgenländischen Landesregierung, Landesarchiv, download unter www.zobodat.at

WASSERCHEMISCHE ASPEKTE EINER DOTIERUNG DES NEUSIEDLERSEES MIT DONAU-UFERFILTRAT

Rudolf Krachler*, Jakob Geiger und Regina Krachler****

1. Einleitung

Der Neusiedlersee wird gerne als der westlichste aller asiatischen Steppenseen bezeichnet. Es handelt sich um einen großen (Gesamtfläche 315 km², davon 51,7% Schilfgürtel, offene Wasserfläche 162 km²), sehr flachen (mittlere Tiefe 117 cm), salinen, alkalinen See (Herzig und Dokulil, 2001). Solche Seen gibt es typischerweise im ariden oder semi-ariden Klimabereich, wenn reichlich Grund- oder Flusswasserzufuhr verbunden mit hoher Verdunstung vorliegt, sodass sich die mit dem Grund- oder Flusswasser importierten löslichen Salze in der Wassersäule stark anreichern können (Löffler, 1961).
Der Neusiedlersee erhält im Gegensatz zu diesem „normalen" Typus eines salinen Binnensees sehr wenig Grund- und Flusswasser. Ein arides oder semiarides Klima würde ihn daher rasch zum Verschwinden bringen. Obwohl im Gebiet des Neusiedlersees das Klima verglichen mit dem Alpenraum relativ trocken ist (Jahresniederschlag stark schwankend, Extremwerte zwischen 350 und 890 mm/a, Mittelwert (1967–1984) 579 mm/a, Mittelwert (1960–1998) 639 mm/a) (Löffler, 1974; Herzig und Dokulil, 2001), ist es doch dem humiden Klimabereich zuzuordnen. Es gibt also genügend Niederschläge, sodass dieser große See, der ca. 660 mm Verdunstung im Jahr aufweist (Mahringer und Motschka, 1968; Boroviczeny et al., 1992), hauptsächlich durch die auf seine Oberfläche fallenden Niederschläge gespeist wird (Herzig und Dokulil 2001). Woher stammt dann aber sein hoher Salzgehalt? Dieser lässt sich nicht durch die Verdunstung von einströmendem schwach mineralisiertem Grund- oder Flusswasser erklären, sondern dieser See wird durch einzigartige, extrem hochkonzentrierte Mineralwasserquellen mit Salzen versorgt. Die mengenmäßig wichtigsten dieser Salze sind Natriumcarbonat (Soda), Natriumsulfat (Glaubersalz), Natriumchlorid (Kochsalz), sowie Kalium- und Magnesiumsalze (Fritsch und Tauber, 1959).
Eine weitere Besonderheit des Neusiedlersees ist seine anorganische Trübe (= „flüssiges Sediment"). Die Trübe entsteht durch häufige Windaufwühlung der obersten feinkörnigen Sedimentschicht verbunden mit dem basischen pH-Wert des Wassers, welcher das Absinken der Schwebstoffe sehr verlangsamt

* Department für Limnologie und Hydrobotanik, Universität Wien
Institut für Anorganische Chemie – Bioanorganische, Umwelt- und Radiochemie, Universität Wien

©Amt der Burgenländischen Landesregierung, Landesarchiv, download unter www.zobodat.at

und dadurch die Trübe stabilisiert. Diese hell, fast weiß gefärbte Trübe besteht aus kolloidalen Partikeln carbonatischer und silikatischer Minerale und besitzt, wie an den Seewinkellacken nachgewiesen werden konnte (Eiler et al., 2003), eine Schlüsselrolle für die gute Wasserqualität. Die für die Selbstreinigung zuständigen Mikroorganismen heften sich an die Trübe-Partikel und können sich dort in Form eines Biofilms entwickeln, was zu einer enorm effektiven Selbstreinigung führt.

Infolge des großen Einflusses der Niederschläge auf die Wasserführung des Neusiedlersees beeinflussen kurzfristige Klimaschwankungen den Pegelstand und damit die Ausdehnung des Sees sehr stark. 2–3 niederschlagsarme Jahre führen bereits zu besorgniserregend niedrigen Pegelständen. Man fürchtet derzeit sogar ein Austrocknen des Sees wie zuletzt 1865–1868, falls sich niederschlagsarme Jahre wie 2003 mehrmals hintereinander wiederholen sollten. Gleichzeitig ist es für den Neusiedlersee typisch, dass auf Niedrigwasserstände nach wenigen Jahren Hochwasserstände folgen können. Trotz der Schleusenregelung des Einser-Kanals gibt es also bedeutende Wasserstandsschwankungen des Neusiedlersees, die man bisher nicht in den Griff bekommen hat und die Probleme verursachen. Darum wurde seitens des Amtes der Burgenländischen Landesregierung eine schon seit langem gehegte Absicht nach Dotierung des Neusiedlersees mit Fremdwasser aufgegriffen. Im Rahmen der so genannten „ökodynamischen Rehabilitierung" des Neusiedlersees würde einerseits die Abflusskapazität des Einserkanals erhöht werden, andererseits Donau-Uferfiltrat von Norden her z.B. über den Parndorfer Bach in den See geleitet werden (Rittsteuer, 2004). Da die Wasserstandsentwicklung auch nicht einige Monate im Vorhinein erkennbar ist, lässt sich eine Regulierung nur im Doppelpack aus Abfluss- und Dotierungskapazitäten realisieren.

Trockene Jahre würden dabei – bezogen auf das Wasservolumen des Sees – einen nicht unbeträchtlichen Dotierungsbedarf mit sich bringen, während gleichzeitig salzhaltiges Neusiedlersee-Wasser den See über den Einser-Kanal verlassen würde. Letzteres ist in Trockenphasen bei Niedrigwasserständen derzeit nicht der Fall, das Wehr bleibt dann geschlossen. Es wird daher befürchtet, dass das Dotieren mit Donau-Uferfiltrat längerfristig zu Salzverlusten führen und spürbare Veränderungen im Chemismus des Neusiedlersees mit sich bringen könnte.

Für den Plan einer Dotierung mit Flusswasser spricht andererseits, dass im Prinzip Flusswasser dem See nicht fremd ist. Der Neusiedlersee hat von Westen her natürliche oberirdische Zuflüsse, bedeutend ist allerdings nur die Wulka, die jährlich ca. 32 Millionen m3 Flusswasser in den Neusiedlersee einbringt (Boroviczeny et al., 1992).

Im früheren natürlichen Zustand (vor dem Bau des Einser-Kanals) bildete der Neusiedlersee mit dem südöstlich gelegenen Niedermoor des Hanság ein abflussloses Gebiet. In den Hanság mündeten die Hansaggewässer Ikva, Rebce und Rabca, und von Zeit zu Zeit die ausufernden Hochwässer der Raab. In

©Amt der Burgenländischen Landesregierung, Landesarchiv, download unter www.zobodat.at

niederschlagsreichen Jahren füllten diese Wässer zusätzlich das Seebecken, d. h. es kam in manchen Jahren relativ viel Flusswasser in den See, welches diesen allerdings nicht durchfloss, sondern einströmte und dann im See verblieb, sodass die hochwasserbedingten Salzverluste gering waren.
Der heutige Neusiedlersee ist mit dem damaligen nicht identisch. Er ist vor allem wesentlich salzärmer als früher, weil nicht nur bei Hochwasser, sondern auch schon bei Normalpegelstand ein Teil seines Wassers mitsamt den darin gelösten Salzen über den Einserkanal abgeleitet wird, statt an Ort und Stelle der Verdunstung ausgesetzt zu sein, wobei die Salze im Seebecken verbleiben würden (Herzig und Dokulil, 2001). Diese Entwässerung, die der Natur dieses Sees widerspricht – er ist seinem Wesen nach ein endorheischer (abflussloser) Steppensee – hat den Neusiedlersee zweifellos sehr verändert und auch fragiler gemacht. Könnte er dennoch die Zufuhr größerer Mengen von „Flusswasser" (Donau-Uferfiltrat) ohne nachteilige Folgen verkraften und dabei sogar in ökologischer Hinsicht profitieren, wie vielfach vermutet wird (Dinka et al., 2004)?
Die vorliegende Arbeit möchte aus wasserchemischer Sicht zu dieser Diskussion einen Beitrag leisten. Das Ziel war es, anhand einfacher Labor-Modellversuche die Bedeutung eines hohen Sodagehaltes und eines hohen Trübegehaltes für den Neusiedlersee abzuschätzen, denn diese beiden Eigenschaften würden ja beim „Verdünnen" mit Flusswasser nach und nach verloren gehen. Eine zweite Fragestellung war, festzustellen, ob beim Vermischen des realen Neusiedlersee-Wassers mit Donau-Uferfiltrat chemische Veränderungen auftreten.

2. Experimentelle Ergebnisse

2.1. Untersuchungen zum Abbau organischen Materials im Seewasser

Der Neusiedlersee ist von einem Schilfgürtel umgeben, der jährlich große Mengen relativ schwer abbaubaren organischen Materials produziert (Cellulose, Lignin), welches seeseitig als allochthones (an Land entstandenes) Material in den See gelangt und innerhalb des Seewassers rascher als die Zufuhr erfolgt (also zu 100%) remineralisiert werden sollte. Ist der Abbau dieser abgestorbenen Pflanzenteile nicht rasch genug, so häuft sich festes organisches Material (Pflanzenreste, Torf) in Sediment an, wodurch der Uferbereich der Seewanne aufgefüllt und verflacht wird. In der Folge würde sich der Schilfgürtel auf Kosten der freien Wasserfläche in Richtung Seemitte ausbreiten. Die langfristige Existenz der freien Wasserfläche des Neusiedlersees ist also davon abhängig, ob der Abbau der abgestorbenen Pflanzenreste im Wasser ausreichend rasch vor sich geht.
Die Abbaugeschwindigkeit von unterschiedlichen Schilfresten im Wasser des Neusiedlersees wurde von Asaeda et al. (2002) mit Hilfe eines mathemati-

©Amt der Burgenländischen Landesregierung, Landesarchiv, download unter www.zobodat.at

schen Modells berechnet. Dabei ergab sich, dass nur 33–48% der jährlich neu produzierten Pflanzenreste im selben Jahr wieder abgebaut werden, während der Rest unter anaerobe Bedingungen gerät und sich im Sediment ansammelt. Dies ist ganz allgemein der Grund, warum flache Binnengewässer in der Regel sehr rasch verlanden. In diesem Modell wurden allerdings die besonderen chemischen Eigenschaften dieses Sees, die sich aus seinem hohen Sodagehalt ergeben, nicht mit berücksichtigt.

Um den Einfluss der für den See charakteristischen Größen Salzgehalt und Sodagehalt auf die Abbaugeschwindigkeit zumindest qualitativ abschätzen zu können, wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit einfache Labor-Modellversuche durchgeführt. Es sollte unter guter Sauerstoffversorgung, die ja durch die Windausgesetztheit im See meistens gegeben ist, und bei konstanter Temperatur (21°C) die Abhängigkeit der Abbaugeschwindigkeit von der Alkalinität, der Salinität und dem Trübegehalt ermittelt werden.

Kurz vor Versuchsbeginn gewonnenes, abgestorbenes oberirdisches Pflanzenmaterial aus der Verlandungszone wurde in Stücke von 1 cm Länge und ca. 1 mm^2 Querschnittsfläche geschnitten, homogenisiert und eingewogen. Die Mikroorganismen-Flora sollte dabei nicht zerstört werden, da diese für die Abbauvorgänge hauptsächlich verantwortlich ist. 5 g des Pflanzenmaterials wurden in einem offenen Becherglas in 1 L einer Salzlösung eingebracht (destilliertes Wasser, in dem eine eingewogene Menge chemisch reines Natriumcarbonat oder Natriumsulfat gelöst war) und bei 21°C mittels Magnetrührer gerührt, wobei gleichzeitig über eine Aquarienluftpumpe Luft eingeblasen wurde. Bei allen Versuchen wurde 0,2 g zerriebenes „Meteorpapier", das sind getrocknete Reste von Cladophora-Watten wie man sie im Seevorgelände oder an den Ufern der Seewinkellacken finden kann, hinzugefügt. Bei einer der Versuchsanordnungen (V7) wurde zusätzlich eine frische Probe feuchten Feinsediments der < 2µ Fraktion (Trübe) eingewogen (39,1 g). Vergleichsproben des zerkleinerten Pflanzenmaterials wurden 24 h bei 80°C getrocknet, um den Massenverlust beim Trocknen zu bestimmen und die Einwaage des Pflanzenmaterials auf den getrockneten Zustand umrechnen zu können. Während der Versuchsdauer wurden die verdunstungsbedingten Wasserverluste in den Bechergläsern laufend durch das Auffüllen mit destilliertem Wasser ausgeglichen. pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit wurden täglich aufgezeichnet. In wöchentlich gezogenen und filtrierten Wasserproben wurde mittels eines automatisch arbeitenden TOC-Messgeräts der gelöste organische Kohlenstoff bestimmt. Nach einer Versuchsdauer von 147 Tagen wurden die Experimente abgebrochen, das jeweils noch vorhandene feste Pflanzenmaterial wurde abgetrennt, mit destilliertem Wasser gewaschen, 24 h bei 80°C getrocknet und ausgewogen. Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse dieser Versuchsreihe.

In der ersten Stufe des Abbaus erfolgte "leaching", d.h. die festen Pflanzenteile gaben wasserlösliche organische Substanzen an die Lösung ab. Die Konzentration des organischen Kohlenstoffs in der Lösung (DOC) stieg dement-

©Amt der Burgenländischen Landesregierung, Landesarchiv, download unter www.zobodat.at

sprechend in Verlauf einiger Wochen auf ca. 30 mg/L an und blieb danach ungefähr konstant, wobei die intensive Braunfärbung der Lösung (die übrigens auch in der Natur im Schilfgürtel zu beobachten ist) auf die Entstehung von Huminsäuren oder Fulvosäuren hindeutete.
In der zweiten Stufe des Abbaus wurde das gelöste organische Material zu CO_2 oxidiert. Bei den Versuchen V1 bis V7, die mit hohen Konzentrationen an Soda und entsprechend hohen pH-Werten gestartet worden waren, sank innerhalb von ca. 4 Wochen der pH-Wert auf etwa pH=9, d.h. der Carbonat/Hydrogencarbonat-Puffer wurde erreicht (dies zeigte jeweils auch der Verlauf der Titrationskurve, die potentiometrische Titration wurde mit 0,2 M HCl durchgeführt). Danach blieb der pH-Wert für den Rest der Versuchszeit konstant.
Wie man aus Tabelle 1 entnehmen kann, ist für den schnellen Abbau des organischen Materials die Anwesenheit von Natriumcarbonat (Soda) im Wasser unbedingt erforderlich. Der basische pH-Wert der Lösung verändert die Redoxpotentiale in der Weise, dass der Abbau stark begünstigt wird. Daher die hohen Massenverluste bei den Versuchen V1 bis V6, sie betrugen 30–40% nach einer Zeitspanne von 147 Tagen. Die Anwesenheit des neutralen Salzes Natriumsulfat (Versuch V8) bei pH-Werten unter pH=8 genügte hingegen nicht, um einen raschen Abbau zu bewirken, hier lag der Massenverlust nach 147 Tagen bei nur 1,21%.
Besondere Aufmerksamkeit verdient Versuch V7, da hier der Abbau bedeutend rascher stattfand als bei allen anderen Versuchen. Nach der Versuchsdauer von 147 Tagen betrug der Massenverlust fast 91%. Versuch V7 unterschied sich von den anderen Soda-Versuchen V1 bis V6 durch das Hinzufügen einer größeren Menge von „Trübe" Dieses Ergebnis macht deutlich, dass der anorganischen Trübe des Sees eine wichtige Funktion beim Abbau organischen Materials (anders ausgedrückt: bei der Selbstreinigung) zukommt. Dieses Phänomen wurde an den Seewinkellacken bereits früher entdeckt und mikrobiologisch untersucht (Eiler et al., 2003).

2.2. Mischungsversuche: Neusiedlersee-Wasser und Donau-Uferfiltrat

Im Frühjahr 2005 wurden Wasserproben aus dem Neusiedlersee (von 10 cm unter der Wasseroberfläche) entnommen, innerhalb von 2 Stunden ins Labor gebracht und analysiert. Donau-Uferfiltrat wurde aus einem Brunnen entnommen und ebenfalls innerhalb von 2 Stunden analysiert. Mischungsversuche wurden nur mit frischen Wasserproben durchgeführt. Das für die Mischungsversuche verwendete Regenwasser wurde in Wien gesammelt. Tabelle 2 zeigt die Analysenergebnisse.
An den beiden Probennahme-Orten, Illmitz-Seebad und Neusiedl-Seebad zeigte das Neusiedlerseewasser eine sehr ähnliche Zusammensetzung. Neusiedlerseewasser und Donau-Uferfiltrat zeigten typische Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung.

©Amt der Burgenländischen Landesregierung, Landesarchiv, download unter www.zobodat.at

Abb. 1: Änderung des pH beim Verdünnen von Neusiedlerseewasser (Seebad Neusiedl)

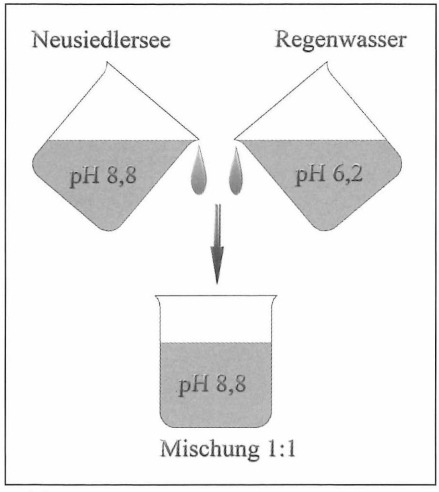

Abb. 1a
Verdünnen mit Regenwasser: pH bleibt unverändert

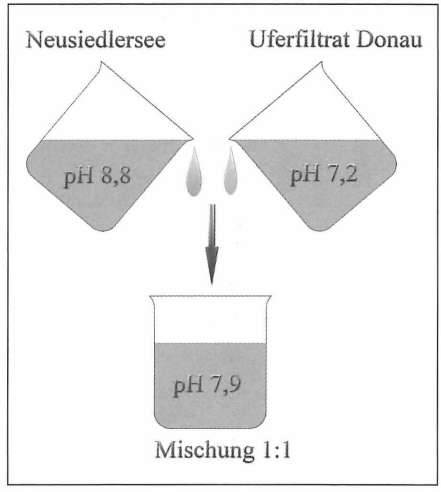

Abb. 1b
Verdünnen mit Uferfiltrat der Donau: pH sinkt um 0.9 pH-Einheiten

Abbildung 1 zeigt die durchgeführten Mischungsversuche (bei 21°C): Verdünnen mit Regenwasser im Verhältnis 1:1 verändert also den pH-Wert des (gepufferten) Neusiedlersee-Wassers innerhalb der Messgenauigkeit nicht.
Im Gegensatz dazu senkt Vermischen von Neusiedlersee-Wasser mit dem gleichen Volumen Donau-Uferfiltrat den pH-Wert fast um eine ganze Einheit. Mischen mit Donau-Uferfiltrat kann daher nicht wie im Fall des Regenwassers als bloßer Verdünnungsschritt gesehen werden: Dass sich der pH-Wert so stark ändert, kann nur durch eine chemische Reaktion zwischen Neusiedlersee-Wasser und dem Uferfiltrat der Donau erklärt werden.
Wie aus Tabelle 2 zu entnehmen ist, weist das Neusiedlerseewasser im Verhältnis zum Donau-Uferfiltrat eine nahezu doppelte Alkalität auf. Die Konzentration an Carbonat- und Hydrogencarbonat-Ionen ist dementsprechend hoch. Andererseits beträgt die Calcium-Ionen Konzentration im Donau-Uferfiltrat bei einer Gesamtmineralisation (Leitfähigkeit!) von weniger als einem Drittel mehr als das Vierfache der Ca-Konzentration im Neusiedlersee-Wasser. Die Mischung enthält daher sowohl eine hohe Calcium- als auch eine hohe Carbonatkonzentration, sodass die Löslichkeit für Calciumcarbonat überschritten wird und sich schwerlösliches Calciumcarbonat abscheidet:

Gl.1 $$CO_3^{2-} + Ca^{2+} \;?\; CaCO_3?$$

©Amt der Burgenländischen Landesregierung, Landesarchiv, download unter www.zobodat.at

Kalkschlamm bildet sich autochthon, wobei auch Magnesium mitgefällt werden kann. Der gleichzeitig zu beobachtende pH-Wert Abfall erklärt sich daraus, dass die Fällung von Calciumcarbonat das Carbonat-Gleichgewicht in der Lösung verschiebt. In der Lösung existiert ein chemisches Gleichgewicht zwischen Carbonat und Hydrogencarbonationen (Hydrolyse des Carbonations):

Gl.2 $$CO_3^{2-} + H_2O \;?\; HCO_3^- + OH^-$$

Die Fällung von festem Calciumcarbonat nach Gl1 entzieht der Lösung Carbonat-Ionen.
Durch diesen Entzug von Carbonat-Ionen verschiebt sich jedoch in weiterer Folge das Protolysegleichgewicht Gl2 nach links, was auch ein Absinken der Hydroxidionenkonzentration und folglich auch des pH nach sich zieht.

Bei Dotieren des Neusiedlersees mit Donau-Uferfiltrat sind daher folgende unerwünschte Nebenwirkungen zu erwarten:

1.) Bildung von Kalkschlamm
2.) massives Absinken des pH-Werts

ad 2:
Ein Absinken des pH-Werts fördert in doppelter Hinsicht die Akkumulation von organischem Material:

a) Ein hoher pH-Wert spielt, wie in Abschnitt 2.1. ausgeführt, eine große Rolle für den Abbau organischen Materials in der Wassersäule. Eine Absenkung des pH-Werts im See wirkt sich daher auf den Abbau hemmend aus, sodass organisches Material akkumulieren muss.

b) Ein hoher pH-Wert ist aber auch unerlässlich zur Stabilisierung der anorganischen Trübe. Bei pH-Werten unter pH=8 neigt die Trübe dazu, nach dem Aufwirbeln durch Windeinwirkung rasch ins Sediment abzusinken. Da die anorganische Trübe als Aufwuchs-Substrat der abbauenden Mikroorganismen den Abbau organischen Materials im Wasser sehr beschleunigt (siehe Tabelle 1), würde eine pH-bedingte Abnahme des Trübegehalts den Abbau des organischen Detritus verlangsamen und dessen Akkumulation in Form von organischem Schlamm noch zusätzlich fördern.

3. Diskussion

Flache Binnengewässer, wie sie der Neusiedlersee repräsentiert, sind im Allgemeinen von kurzer Lebensdauer, weil sie durch Akkumulation organischer

©Amt der Burgenländischen Landesregierung, Landesarchiv, download unter www.zobodat.at

Materie (Detritus) zur Niedermoorbildung und damit zur Verlandung tendieren.
Dass der Neusiedlersee bei einer Wassertiefe von 1,5m bis maximal 2m durch viele tausend Jahre bis an den Beginn des 20. Jahrhunderts unverändert überdauern konnte ist ein Phänomen, das primär seinem hohen pH und sekundär dem Trübegehalt zu verdanken ist. Hohe pH-Werte fördern, wie in Abschnitt 2.1 gezeigt werden konnte, in besonderer Weise die Veratmung (den Abbau) pflanzlicher Reste und verhindern damit deren Akkumulation. Die dazu erforderlichen Mikroorganismen sind nicht frei schwimmend sondern sind auf die Trübepartikeln als Substrat angewiesen.
Woher aber kommt der hohe pH-Wert des Neusiedlersees? Im Neusiedlersee sorgt ein besonders wirksames Puffersystem, der $NaHCO_3/Na_2CO_3$ (homogener Hydrogencarbonat/Carbonatpuffer) für pH-Werte um 9. Dieses Puffersystem wird dem See von Wässern geliefert, welche als Erbe der tertiären Paratethis aus dem tertiären Untergrund in das Seebecken gelangen.
Der pH üblicher Oberflächen- und Grundwässer hingegen wie etwa der Wulka, der Donau oder auch von Uferfiltraten wird vom heterogenen Hydrogencarbonat/Carbonat Puffer bestimmt. Heterogen, weil für dieses System höhere Calciumkonzentrationen typisch sind, welche nur geringe Carbonatkonzentrationen zulassen. In solchen Wässern liegt der pH daher zwischen 7 und 8 und ist außerdem größeren Schwankungen unterworfen.
Bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts war der Neusiedlersee abflusslos. Die ober- und unterirdisch zufließenden Wässer, also auch das Wasser der Wulka (32 Millionen m3 im Jahr), verblieben im Seebecken: Verluste an Carbonat durch die in Abschnitt 2.1. beschriebene Calcitfällung infolge der Zuflüsse, allen voran die Wulka, konnten durch die aus dem tertiären Untergrund einsickernden sodahältigen Wässer kompensiert werden.
1909–1911 wurde der Einser-Kanal errichtet und damit der See an die Donau angebunden. Seither verliert der See über diesen Kanal jährlich durchschnittlich 24,5 Millionen m3 salzhaltiges Wasser und damit auch große Mengen an Soda (Herzig und Dokulil, 2001). Dieser Sodaverlust von rund 20.000 Tonnen im Jahr kann durch die offenbar nur langsame Nachlieferung aus Mineralwasserquellen nicht vollkommen ersetzt werden. Heute liegt der Gesamtsalzgehalt zwischen 1 und 2 g L^{-1}. Dies entspricht nur mehr einem Achtel (und weniger) des Salzgehaltes vor der Inbetriebnahme des Einserkanals (16 g L im Jahr 1903, Berger und Neuhuber, 1979).
Wir müssen heute zur Kenntnis nehmen, dass das – der natürlichen Charakteristik des Sees fremde – Ableiten großer Mengen an Seewasser und des darin enthaltenen für den Fortbestand des Sees so bedeutenden Soda ein massiver Eingriff war und ist, der als Konsequenz eine bis dahin nicht gekannte Verschilfung und damit in der Geschichte des Sees beispiellose Einbuße an freier Wasserfläche nach sich zog.
Welches Szenario lässt sich nun für die Folgen der projektierten Stabilisierung des Seespiegels entwerfen?

©Amt der Burgenländischen Landesregierung, Landesarchiv, download unter www.zobodat.at

Es besteht darüber ein allgemeiner Konsens, dass die angepeilte Stabilisierung des Seepegels nur erreicht werden kann, wenn der eigentlichen Dotierung mit Donau-Uferfiltrat im Sommer/Herbsthalbjahr ein vorsorgliches Absenken des Wasserstandes im Winterhalbjahr vorausgeht, um mit Sicherheit unerwünschten Hochständen und mit diesen verknüpften großflächigen Überschwemmungen vorzubeugen. Im Klartext: Die erwähnten jährlichen Salzverluste müssen zugunsten der Wasserstandsregulierung um ein Mehrfaches gesteigert werden.
Durch die projektierte Wasserstandsregulierung wird also einerseits die Konzentration des für die Pufferung unumgänglich erforderlichen Soda gegenüber dem Status quo weiter reduziert und gleichzeitig wird der See durch die Dotation in weitaus höherem Ausmaß als bisher mit Calcium belastet.
Die beschriebenen Experimente weisen darauf hin, dass beim Einleiten von Donau-Uferfiltrat der pH-Wert des Neusiedlersee-Wassers drastisch absinken muss. Infolge des derzeit schon geringen Sodagehalts ist die Pufferkapazität des Seewassers, die für das Verdünnen mit Regenwasser ausreicht, für das Einleiten von Donau-Uferfiltrat unzureichend. Durch das Dotierungprojekt selbst, infolge des erwähnten verstärkten Ausschwemmens des gelösten Soda über den Einser-Kanal, ist sogar ein noch stärkeres Absinken des pH zu erwarten.

Vor allem im Bereich der Einmündung des Dotierungswassers (Nordteil des Sees) würden sich daher als Begleiterscheinungen des Dotierungsprojekts ungünstige Veränderungen einstellen:

1) Bildung von Kalkschlamm (siehe Reaktionsgleichung 1)
2) Bildung von organischem (faulendem) Schlamm
3) Verschlechterung der Badewasserqualität
4) Vordringen des Schilfgürtels

Zu Punkt 2: Während durch sinkenden Sodagehalt der ursprünglich sehr rasche Abbau organischen Materials signifikant gehemmt würde, käme es gleichzeitig zu einer Erhöhung der photosynthetischen Produktion organischen Materials (von Algenmasse) durch Wegfall mehrerer limitierender Faktoren wie sinkende Salinität, sinkender pH und dadurch bedingt geringere Trübefracht und weiters erhöhtes Lichtangebot. Das Gleichgewicht zwischen Produktion und Abbau würde kippen, organisches Material würde im Sediment akkumulieren und dort würden infolge Sauerstoffmangels Fäulnisprozesse eintreten.
Zu Punkt 3: Eine Verringerung des Sodagehaltes würde eine Neigung zur Verschlechterung der Badewasserqualität bewirken. Fäkal-Indikatoren wie Escherichia coli und Fäkalcoliforme Bakterien zeigen in den – dem Neusiedlersee sehr ähnlichen – Seewinkellacken eine starke Abhängigkeit von Salinität und pH-Wert (Kirschner et al., 2004). Bei hohen Salinitäten und pH-

©Amt der Burgenländischen Landesregierung, Landesarchiv, download unter www.zobodat.at

Werten sind diese Bakterien trotz der großen Abundanz von Wasservögeln niemals nachweisbar, der osmotische Stress verhindert ihr Überleben. Verringerung des Salzgehaltes und Absenken des pH-Wertes führen jedoch fallweise zum gehäuften Auftreten unerwünschter Keime.

Zu Punkt 4: Eine unausweichliche Folge langjähriger Be- und Entwässerung im Rahmen des geplanten Dotierungsprojekts wäre das Vordringen des Schilfgürtels in die offene Wasserfläche des Sees. Der Neusiedersee hat wegen seines hohen Sodagehaltes und wegen seiner Trübe überhaupt keine natürliche Neigung zu verlanden. An den Ufern oder im See selbst produziertes organisches Material wurde ursprünglich zu 100% im Wasser abgebaut. Der See besaß vor dem Bau des Einserkanals keinen Schilfgürtel, auch nicht im Bereich der Wulkamündung. Die Entstehung des Schilfgürtels, der heute mehr als 50% des Neusiedlersees bedeckt, ist auf das Absinken des Sodagehaltes infolge der teilweisen Entwässerung des Sees zurückzuführen.

Der Schilfgürtel hat sich besonders stark im Bereich der Wulkamündung entwickelt, was sich dadurch erklären lässt, dass die Wulka mit ca. 4,2 mval?L^{-1} Ca^{2+} eine relativ hohe Calcium-Ionen-Konzentration mitbringt und es daher beim Mischen der Wässer zur Ausfällung von Kalk verbunden mit einer pH-Wert-Absenkung kommt. Ein ähnliches Vordringen des Schilfgürtels ausgelöst durch das Dotierungsprojekt ist im Norden im Bereich Jois-Neusiedl-Weiden mit Sicherheit zu erwarten.

In welchem Ausmaß sich die Verschilfung infolge der angepeilten Wasserstandsregulierung auf Kosten der freien Wasserfläche ausdehnen würde, ist heute schwer abzuschätzen. Soll aber der Wasserstand des Sees wirkungsvoll stabilisiert werden, muss programmgemäß jeden Winter durch den Einserkanal Seewasser abgelassen werden, was einen gegenüber dem Status quo stark erhöhten systemischen Sodaverlust impliziert. Damit verliert der See gegenüber dem Ist-Zustand zusätzlich Puffervermögen bezüglich des importierten Calcium. Wir werden daher im Nordteil des Neusiedlersees im Bereich Jois-Neusiedl-Weiden ganz sicher mit einem weiteren Fortschreiten des Schilfgürtels auf Kosten der freien Wasserfläche konfrontiert werden.

©Amt der Burgenländischen Landesregierung, Landesarchiv, download unter www.zobodat.at

Tabellen:

Tabelle 1: Modellversuche zum aeroben Abbau pflanzlichen Materials im Wasser des Neusiedlersees

	Medium	elektr. Lf. (μScm^{-1})	pH-Wert zu Beginn des Versuchs	pH-Wert bei Abbruch des Versuchs	Massenverlust (%) des festen Pflanzenmaterials nach 147 Tagen Versuchsdauer
V1	0,10 M Na_2CO_3	14 200	10,8	9,0	39,46
V2	0,12 M Na_2CO_3	16 600	11,0	9,1	34,71
V3	0,10 M Na_2CO_3	13 500	10,7	9,1	40,64
V4	0,10 M Na_2CO_3	13 500	10,7	9,2	34,10
V5	0,05 M Na_2CO_3	7 900	9,6	8,9	30,43
V6	0,06 M Na_2CO_3	8 400	10,7	8,9	30,40
V7	0,05 M Na_2CO_3 + 39,1 g Trübe	7 900	9,4	9,1	90,88
V8	0,4 M Na_2SO_4	31 900	7,7	7,9	1,21
V9	dest. H_2O	60	7,2	7,3	0,00

Tabelle 2: Analysenergebnisse für Wasser aus dem Neusiedlersee und für Donau-Uferfiltrat, 20. 03. 2005

Probenort	elektr. Lf.	pH	Alkalität (SBV)	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	SO_4^{2-}	Cl^-
	[μScm^{-1}] (25°C)	(25°C)	[$mvalL^{-1}$]	[$mvalL^{-1}$]	[$mvalL^{-1}$]	[$mvalL^{-1}$]	[$mvalL^{-1}$]	[$mvalL^{-1}$]	[$mvalL^{-1}$]
Illmitz Seebad	2420	8,74	9,44	15,13	0,79	0,83	10,53	13,26	7,04
Neusiedl Seebad	2470	8,80	9,96	14,67	0,87	1,28	10,62	11,15	7,11
Uferfiltrat Donau	686	7,20	5,60	0,52	0,10	4,59	1,38	0,98	0,56

©Amt der Burgenländischen Landesregierung, Landesarchiv, download unter www.zobodat.at

Literatur:

T. Asaeda, L.H. Nam, P. Hietz, N. Tanaka, S. Karunaratne: Seasonal fluctuations in live and dead biomass of Phragmites australis as described by a growth and decomposition model: implications of duration of aerobic conditions for litter mineralization and sedimentation, Aquatic Botany 73 (2002), 223–239.

F. Berger und F. Neuhuber: The hydrochemical problem. In: H. Löffler (ed.), Neusiedlersee, Limnology of a shallow lake in Central Europe. Junk Publ., The Hague, Boston, London, Monogr. Biol. 37 (1979), 89–99.

F. Boroviczeny et al.: Wasserhaushaltsstudie für den Neusiedlersee mit Hilfe der Geophysik und Geochemie 1980–1990, Forschungsbericht 16, TU Wien, Institut für Hydraulik, Gewässerkunde und Wasserwirtschaft (1992).

M. Dinka, E. Agoston-Szabo, A. Berczik, G. Kutrucz: Influence of water level fluctuation on the spatial dynamic of the water chemistry at Lake Ferto/Neusiedler See, Limnologica 34 (2004), 48–56.

A. Eiler, A.H. Farnleitner, T.C. Zechmeister, A. Herzig, C. Hurban, W. Wesner, R. Krachler, B.Velimirov, A.K.T. Kirschner: Factors controlling extremely productive heterotrophic bacterial communities in shallow soda pools, Microb. Ecol. 46 (2003), 43–54.

V. Fritsch und A.F. Tauber: Die Mineralwässer des Neusiedlerseegebiets, Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland, Heft 23 (1959), 34–39.

A. Herzig und M. Dokulil: Neusiedlersee – ein Steppensee in Europa, in: Ökologie und Schutz von Seen, M. Dokulil, A. Hamm, J.-G. Kohl (Hg.), Fakultas- Univ. Verl., 2001.

A.K.T. Kirschner, T.C. Zechmeister, G.G. Kavka, C. Beiwl, A. Herzig, R.L. Mach, A.H. Farnleitner: Intergral strategy for evaluation of fecal indicator performance in bird-influenced saline inland waters, Applied and Environmental Microbiology 70 (2004), 7396–7403.

H. Löffler: Zur Limnologie der Steppenseen, Verh. Internat. Verein. Limnol. 14 (1961), 1136–1141.

H. Löffler: Der Neusiedlersee, Molden 1974.

W. Mahringer und O. Motschka: Meteorologische Untersuchungen am Neusiedler See im Jahre 1967 im Rahmen der Internationalen Hydrologischen Dekade, Wetter und Leben 20, (1968), 159–163.

P. Rittsteuer: Vorstellung der Machbarkeitsstudien über eine mögliche Seedotierung, Infocenter Nationalpark Neusiedler See-Seewinkel, Illmitz, 1. Juli 2004.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Burgenländische Heimatblätter

Jahr/Year: 2005

Band/Volume: 67

Autor(en)/Author(s): Krachler Rudolf, Geiger Jakob, Krachler Regina

Artikel/Article: Wasserchemische Aspekte einer Dotierung des Neusiedlersees mit Donau-Uferfiltrat 105-116