

Renaturierung von Sodalacken im burgenländischen Seewinkel

Regina Krachler

Die Sodalacken des burgenländischen Seewinkels

Der Seewinkel ist eine Seenplatte kleiner flacher Sodagewässer, die in ihrer speziellen Eigenart weltweit einzigartig sind. Diese Exklusivität birgt naturgemäß viele biologische Raritäten des Pflanzen- und Tierreichs. Viele weltweit gefährdete Tier- und Pflanzenarten kommen in Österreich fast ausschließlich im Nationalpark Neusiedlersee-Seewinkel vor [1].

Bemühungen, diese faszinierende pannonische Wasser- und Steppenlandschaft zu schützen, reichen weit zurück. Der WWF Österreich wurde 1963 vor allem aus Sorge um die Lange Lacke gegründet. Das Gebiet ist nicht nur durch den Nationalpark, sondern auch durch eine Reihe internationaler Verträge geschützt:

- So finden sich die meisten Seewinkellacken auf der Ramsarliste der Feuchträume von internationaler Bedeutung (Konvention von Ramsar, Iran 1971. Die Unterzeichnerstaaten verpflichten sich, alle notwendigen Maßnahmen zu setzen, welche zum Erhalt des ökologischen Charakters der in die Liste aufgenommenen Feuchträume erforderlich sind).
- Sie sind Biosphärenreservate der UNESCO (UNESCO Generalversammlung, Sevilla 1995: Internationale Leitlinien für das Weltnetz der Biosphärenreservate im Rahmen des Programms Man and Biosphere MAB zum Schutz der vom Menschen geschaffenen Kulturlandschaften)
- sowie Natura2000 Gebiete der EU (Länder übergreifendes Schutzsystem innerhalb der Europäischen Union mit Flora-Fauna Habitat Richtlinie FFH-RL aus 1992 und Vogelschutzrichtlinie aus 1979). Für alle Natura2000 Gebiete müssen Maßnahmen festgelegt werden, die dazu geeignet sind, einen günstigen Erhaltungszustand der Schutzobjekte zu gewährleisten, wobei man unter einem günstigen Erhaltungszustand versteht, dass Struktur und Funktion dieser Gebiete bestehen bleiben.

Da bis vor kurzem die Entstehung der Salzböden und Sodalacken des Seewinkels nicht wirklich verstanden wurde, war es auch schwierig, geeignete Maßnahmen zu deren Erhaltung zu finden. Insbesondere auch deshalb, weil der Seewinkel keineswegs als aride Klimazone im herkömm-

ao. Univ.-Prof. Dr. Regina Krachler, Leiterin der Arbeitsgruppe Umweltchemie am Institut für Anorganische Chemie, Universität Wien.
eMail: regina.krachler@univie.ac.at

lichen Sinn eingestuft werden kann, wo Salzseen üblicherweise vorkommen [2]. Trotz aller Schutzbemühungen ist daher nirgendwo in Österreich eine Naturlandschaft derart von totaler Zerstörung bedroht. Die mehr als 10 000 Jahre alten Lacken ziehen sich Jahr für Jahr immer weiter zurück („Lackensterben“). Von ehemals 130 Lacken sind gerade noch 40 erhalten. Dieser Landschaftswandel, der vom Aussterben einer Vielzahl von Arten begleitet wird, könnte – oberflächlich betrachtet – als unabwendbare Folge des Klimawandels gedeutet werden. Der Schein trügt jedoch. In Wahrheit greift der Mensch direkt ein.

Die künstliche Entwässerung des Seewinkels

Durch ein zwischen 1900 und 1960 gebautes System aus Kanälen und Drainagerohren wird Grundwasser aus dem Gebiet abgezogen [3]. Die Wasserverluste durch die künstliche Entwässerung übertreffen im langjährigen Durchschnitt die Neubildungsrate. Daher ist ein stetiger Abwärtstrend des Grundwasserspiegels zu beobachten, an dem sich bis heute nichts geändert hat (Abb. 1).

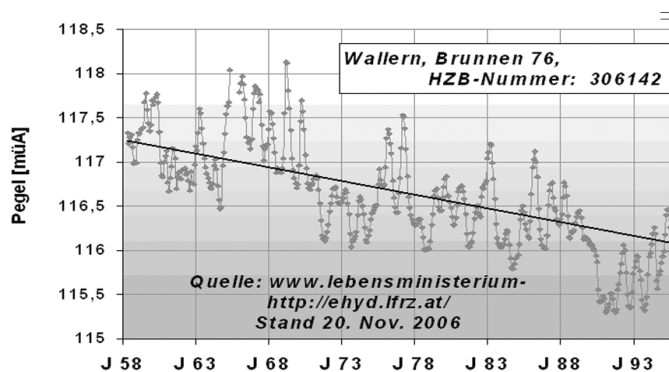


Abb. 1: Entwicklung des Grundwasserpegels im Zentralen Seewinkel (Jänner 1958 bis Jänner 2001)

Im Gegensatz zu anderen Beckenlandschaften Österreichs besitzt der Seewinkel einen nur geringmächtigen Grundwasserleiter (jungeszeitliche Schotterauflage) [4]. Der Gesamtvorrat an Grundwasser ist im Seewinkel im Vergleich zu anderen quartären Grundwasserkörpern wie etwa dem Marchfeld, dem Wiener Becken oder dem Tullner Feld wesentlich geringer. Jedoch befindet sich das Grundwasser nahe der Oberfläche.

Die typischen Puszta-Ziehbrunnen erinnern noch daran, dass die Flurabstände (Abstand Geländeoberkante – Grundwasserpegel) in früheren Jahrhunderten über weite Bereiche sehr gering waren. Damals trat in tiefer gelegenen Wiesen in der Umgebung der Lacken im Frühjahr Grundwasser aus und bedeckte diese mit einigen Zentimetern Wasser. Ab Mai steigen die Temperaturen im kontinental am stärksten beeinflussten Osten Österreichs bereits regelmäßig über 30°C, sodass die Verdunstung, unterstützt durch die ohne Barriere (Gebirge und Wald fehlen in dieser offenen Landschaft) überdurchschnittlich häufig wehenden Winde die überschwemmten Wiesen rasch trocknete. Für den Rest des Jahres, also etwa 10 Monate lang, bot der Seewinkel das Bild einer Steppenlandschaft.

Im ganzen Seewinkel gibt es keinen natürlichen Fluss- oder Bachlauf. Erst das vom Menschen geschaffene Kanalnetz bewirkte einen raschen Abfluss des Frühjahrswassers in den Einserkanal und in den Neusiedler See. Die systeminhärenten, im Frühjahr nassen Wiesen sind seit einem halben Jahrhundert Geschichte.

Überlebenskünstler Sodalacken

Es ist allgemein bekannt, dass die Lebensdauer von Binnengewässern durch Verlandungsprozesse begrenzt wird, wie Eintrag von allochthonem (eingeschwemmtem) Material (Ton und Schotter), Ablagerung von autochthonem (im See selbst entstandenem) Präzipitat (Seekreide) und die Akkumulation von organischem Schlamm und Torf. Viele der nach dem Abschmelzen des Eises zurückgebliebenen Seen sind längst nicht mehr vorhanden und nur mehr dem Paläolimnologen bekannt. Wir wissen, dass der Bodensee, der rund 250 m tief ist, in etwa 12 000 Jahren zur Gänze aufgefüllt und verlandet sein wird. Jeder Auentümpel verlandet innerhalb weniger Jahre, insbesondere durch die Auffüllung mit organischem Material. Eine Seewinkellacke als flacher, nährstoffreicher kleiner See sollte nicht länger als höchstens 50 Jahre überleben können. Demgegenüber erscheint das hohe Alter der Seewinkellacken paradox.

Die Grundlage der erstaunlichen Überlebensfähigkeit der Lacken ist ihr Sodavorrat, der sich – bevor der Mensch hier eingriff – aufgrund hochwirksamer Anreicherungsmechanismen laufend erneuerte und daher unerschöpflich war. Trotz einer enormen Primärproduktion wurden die Lacken im Laufe der Jahrtausende niemals Opfer der Verlandung. Es gelang ihnen regelmäßig, das im Wasser gebildete pflanzliche Material (in erster Linie Algen, aber auch Makrophyten, wie das Kammlaichkraut *potamogeton pectinatus*) quantitativ abzubauen sowie den vom Ufer her hereindrängenden Sumpfpflanzen Einhalt zu gebieten. Der Gehalt an Soda erhöht den pH auf Werte zwischen 9 und 10 und schafft gemeinsam mit der in der gesamten Wassersäule hervorragenden Sauerstoffversorgung (hohes Redoxpotential) besonders günstige Bedingungen für die Oxidation des abgestorbenen organischen Materials. Dies nicht zuletzt deshalb, weil der hohe pH die Partikel in der Wassersäule in Schwebe hält, sodass sie leicht durch speziell angepasste alkaliphile

Bakterien vollkommen veratmet, also zu CO₂ und H₂O abgebaut werden können.

Diese in aquatischen Systemen einzigartigen „Überlebensstrategien“ versagen angesichts der Eingriffe des Menschen in die hydrologischen Gleichgewichte. Durch das scheinbar moderate Entwässerungsprogramm kam es zu unerwarteten Verschiebungen im Chemismus von Gewässern, Sedimenten und Böden [1]. Dieser Zusammenhang blieb jedoch lange unentdeckt. Die Salzlacken sind komplexe Ökosysteme, in deren Sediment und Wasserkörper höchst dynamische chemische und mikrobiologische Vorgänge vielfach ineinander greifen. Wie wir erst vor kurzem anhand von Wasser- und Sedimentuntersuchungen zeigen konnten, stehen Wasserhaushalt und Salzhaushalt der Seewinkellacken in einem engen Zusammenhang, d.h. wer den Wasserhaushalt verändert, verändert dadurch automatisch auch den Salzvorrat und die chemischen und biologischen Eigenschaften des Wassers und Sediments.

Neue Forschungsergebnisse über Bau und Funktion der Seewinkellacken

Von größter Bedeutung für das Überleben der Sodalacken ist die ausgeprägte Grundwasserdynamik des Seewinkels. Betrachten wir zunächst den Zustand vor dem Eingreifen des Menschen in die Hydrologie [5]:

Die im Naturzustand extrem geringen Flurabstände des Grundwassers im Frühjahr lassen einige Wochen lang aus wasserdurchlässigen „Fenstern“ in den Randzonen Grundwasser in die Lacken einströmen. Es handelt sich dabei nicht um übliches, Ca²⁺-betontes Grundwasser, wie wir es aus Aquiferen der meisten Beckenlandschaften Österreichs kennen, sondern um das außergewöhnliche Grundwasser des Seewinkels, das vom – unter dem Neusiedler See und dem Seewinkel liegenden – größten Mineralwasservorkommen Europas beeinflusst wird und sich durch besonders hohe Natrium- und Magnesiumgehalte auszeichnet.

Der Grundwasserspiegel des Seewinkels blieb auch vor dem Bau der Entwässerungsgräben nur einige Tage oder Wochen auf seinem hohen Frühjahrs-Niveau und sank anschließend im Spätfrühling ab, sodass für den Rest des Jahres die oberirdische Grundwasserzufuhr unterbrochen war, während das Lackensediment von unten her den Kontakt mit dem Grundwasser nie verlor, sodass es bei oberflächlicher Austrocknung zum kapillaren Transport von Wasser und den darin gelösten Ionen nach oben kam, was die berühmten und heute so seltenen Salzausblühungen („Sodaschnee“) verursachte [Abb. 2].

Das Lackenwasser war (und ist natürlich auch heute) infolge des warmen und trockenen Klimas starker hochsommerlicher Verdunstung ausgesetzt. In niederschlagsarmen Perioden konzentrierten sich zeitweilig die Salze in der Lacke so stark auf, dass der Zustand einer Sole erreicht wurde. Diese periodisch auftretende sehr hohe Salzkonzentration hat pathogene Keime, so dass Erreger von



Abb. 2: Vom Wind hochgewirbelter Sodaschnee, östliche Wörthelacke

Wildtierkrankheiten wie *Clostridium botulinum* trotz der extrem hohen Vogelabundanz (z.B. ist die Wasserfläche der Langen Lacke im Oktober und November der Schlafplatz von 30 000 nordischen Wildgänsen) noch bis zum Jahr 1982 im Seewinkel keine Chance hatten. Seit den 1980er Jahren allerdings rafft der gefürchtete „Botulismus“ alljährlich tausende Wasservögel dahin [6]. Dies ist als direkte Folge der anthropogenen Salzverluste der Lacken zu werten. Botulismus stellt eine der weltweit bedeutendsten Vogelseuchen dar und wird durch Intoxikation mit Botulinus-Neurotoxin-C1 (BoNT-C1) ausgelöst, das von toxischen Clostridien unter bestimmten Bedingungen gebildet wird.

Die 40 heute noch vorhandenen Seewinkellacken sind zu meist nicht mehr „voll funktionsfähig“, da die Grundwasser Oberfläche ganzjährig zu tief liegt: Die Salzausblühungen zur Zeit der sommerlichen Austrocknung ziehen sich von den Randbereichen der Lacke zurück und treten nur mehr im Lackenzentrum auf, sodass sich vom Ufer ausgehend ein immer mächtiger werdender Vegetationsgürtel in die Lacke vorschieben kann und die freie Wasserfläche zunehmend einschnürt. Dieser Prozess des „Lackensterbens“ vollzieht sich schleichend und nahezu unbemerkt, bis die Vegetation die Lacke nach einigen Jahren vollständig in Besitz genommen hat. Nur wenige Lacken zeigen noch annähernd die ursprüngliche Dynamik und den ursprünglichen Reichtum an Salzen. Diese noch intakten Lacken wurden im Vergleich mit degradierten als Studienobjekte herangezogen, um die physikalisch-chemischen Grundlagen des Funktionierens einer Sodalacke verstehen zu lernen.

Heilwirkung der Seewinkellacken

Die gelösten Salze reagieren chemisch mit dem Detritus, also mit organischen Schwebstoffen, die aus abgestorbenen aquatischen Organismen stammen, und mit Pflanzenresten, die vom Ufer her in die Lacke gelangen. Aus den – im stark basischen Milieu gebildeten – primären Abbauprodukten zellulärer Bestandteile entstehen, sowohl durch biologische Kondensationsreaktionen als auch abiotisch, z.B. durch oberflächeninduzierte Reaktionen an suspendierten Tonmineral-Partikeln, kolloidal gelöste braune

Huminstoffe, die für die berühmte Heilwirkung der Seewinkellacken verantwortlich sind. Diese balneologisch-medizinische Wirkung wurde am St. Andräer Zicksee und bereits im 19. Jahrhundert am Neusiedler See genutzt.

Natürliche Nanopartikel

Die Salze, vor allem Soda, Kochsalz, Glaubersalz und Bittersalz, sind auch an chemischen Reaktionen im Sediment beteiligt, wobei sehr feinkörnige Präzipitate entstehen. Nach Verdünnen des Lackenwassers durch Regenwasser entwickelt sich die charakteristische Trübe der „Weißlacken“, die dadurch entsteht, dass in diesen seichten, windausgesetzten Gewässern das feinkörnige Sediment durch den Wind aufgewühlt wird, und die kolloidalen Schwebstoffe durch das basische Wasser (pH zwischen 9,5 und 10,0) stabilisiert werden, sodass sie sich auch bei Windstille nicht mehr absetzen. Es handelt sich dabei um Tonmineral-Partikel (u.a. Smektit), die an ihrer Grenzfläche zur wässrigen Lösung durch das Abdissoziieren von Protonen und Alkalimetall-Ionen in die Lösung eine negative elektrische Oberflächenladung besitzen und daher eine elektrolytische Doppelschicht ausbilden, welche das Koagulieren der Teilchen verhindert. Elektronenmikroskopische Aufnahmen zeigen sie als Konglomerate winziger Einkristalle [Abb. 3].

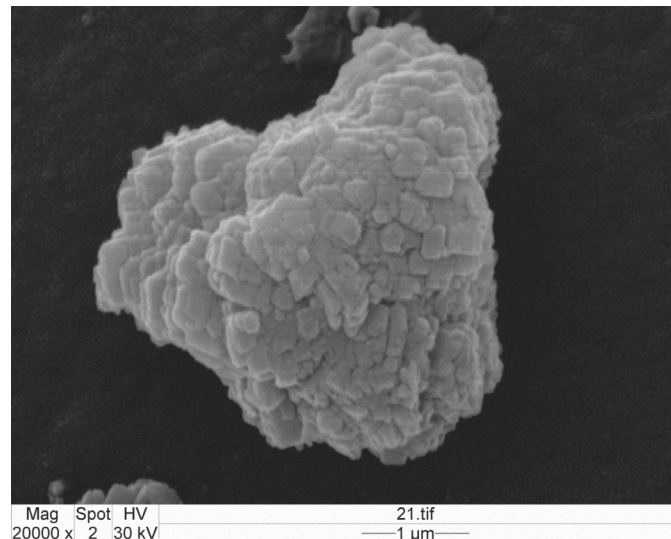


Abb. 3: Die rasterelektronenmikroskopische Aufnahme zeigt ein typisches Trübeartikel – ein Konglomerat aus verschiedenen Mineralen. Foto: Waltraud Klepal, Einrichtung Cell Imaging und Ultrastrukturforschung, Universität Wien

Diese natürlichen Nanopartikel haben viele Aufgaben zu erfüllen. Sie verhindern zum Beispiel durch Reflexion des einfallenden Sonnenlichtes (Albedo) eine zu starke Erwärmung des Lackenwassers. Die Trübeartikel sind auch dafür zuständig, dass es zu keinen Ansammlungen von Pflanzenrückständen in den Lacken kommt. Die Reinigung von pflanzlichen Resten und anderen organischen Verunreinigungen wird in Gewässern vor allem durch Mikroorganismen (heterotrophe Bakterien) besorgt, die nicht im Wasser frei schwebend leben, sondern in Form eines Biofilms auf festen Oberflächen aufwachsen. Daher hängt die Selbst-

reinigungsfähigkeit des Gewässers unter anderem auch von der Größe der zur Verfügung stehenden fest-flüssig Grenzfläche ab. Heterotrophe Bakterien siedeln in großer Zahl auf der enorm großen Oberfläche der Trübeiteilchen. Die Selbstreinigungskapazität der Seewinkellacken entspricht infolgedessen etwa der einer biologischen Kläranlage. Bisher wurde kein anderes natürliches Gewässer beschrieben, das auch nur annähernd die Selbstreinigungskraft einer intakten Seewinkellacke besitzt [7].

Ein Teil der Trübe dringt ins Sediment ein und macht es wasserdicht. Das funktioniert, indem die im Sediment-Porenwasser dispergiert vorliegenden kolloidalen Tonpartikel mit ihrem Haftwasser die Kanäle zwischen den Sandkörnern verschließen, sodass kein frei bewegliches Porenwasser mehr vorhanden ist. Sogar wenn der Grundwasserspiegel im Sommer sehr weit absinkt, kann das Lackenwasser bei intaktem wasserdichtem Sediment nicht ausrinnen und im Untergrund versickern. Es verdunstet und konzentriert sich auf. In diesem Zustand koagulieren die Schwebeteilchen, das Restwasser wird klar, der Lackenboden bekommt infolge osmotischer Vorgänge deutlich sichtbare Schwundrisse [Abb. 4] und das hochkonzentrierte Restwasser wandert durch die entstehenden Poren in die Tiefe, um im „Salzführenden Horizont“ in 1-2 m Tiefe gespeichert zu bleiben. Niederschlagsereignisse verringern die Ionenstärke und induzieren damit an der Sedimentoberfläche den Übergang der Tonteilchen vom Gel- in den Sol-Zustand, der Untergrund wird sehr rasch wieder wasserdicht und die Lacke füllt sich in der darauf folgenden Herbst-Winter-Frühjahrsperiode mit Regenwasser auf, wobei die Salze sehr verdünnt werden. Diese Wiederauffüllung der Lacken setzt meist bereits im August ein.

Die stark saisonal wechselnden Umweltbedingungen erlauben, ähnlich wie in einem Wattenmeer, nur speziell angepassten Organismen das Überleben.

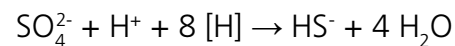


Abb. 4: Schwundrisse im oberflächlich trockenen Boden einer intakten Seewinkellacke

Die Ursachen des „Lackensterbens“

Die oben beschriebene Grundwasserdynamik ist als „Herzschlag des Seewinkels“ für die Seewinkellacken lebensnotwendig. Jahrzehnte gleich bleibende zu niedrige Grundwasserstände führen zur Verlandung, da solche ungünstigen hydrostatischen Bedingungen von den Lacken zwar kurzzeitig verkraftet werden können, auf die Dauer aber zu empfindlichen Salzverlusten führen. Durch die in allen Lacken vorhandenen kleinen „Fenster“ im StauhORIZONT versickert immer wieder Lackenwasser ins Grundwasser [8]. Trocknet der dadurch teilweise entsalzte StauhORIZONT, der außerdem keinen Kontakt zum Grundwasser mehr hat, in einer Phase großer Sommertrockenheit einmal durch, so erleidet er als Folge des daraus resultierenden Sauerstoff-Einbruchs eine Kaskade chemischer Umwandlungen.

Im Porenwasser des „gesunden“, wassergesättigten Sediments herrschen reduzierende, also sauerstofffreie Bedingungen. Daher kommt es dort zu Atmungsprozessen, die in Ermangelung von Sauerstoff auf andere Elektronenakzeptoren zurückgreifen. Infolge des hohen Sulfatangebots, welches das Grundwasser zur Verfügung stellt, spielt die dissimilatorische Sulfatreduktion in Seewinkel-Sedimenten eine ähnlich wichtige Rolle wie in marinen Sedimenten. Die dissimilatorische Sulfatreduktion wird von einer speziell angepassten physiologischen Gruppe von Bakterien (und Archaeen) durchgeführt. Als Substrate verwerten diese Bakterien typischerweise Gärungsprodukte. Durch die Sulfatreduktion werden Protonen verbraucht und das Sediment weist daher stark basische pH-Werte zwischen pH=10 und 10,5 auf:



Mikrobiologische Prozesse sind niemals Einbahnstraßen. Sobald durch langes sommerliches Trockenliegen der Soda-lacke das Sediment bis in die Tiefe austrocknet und Sauerstoff eindringt, werden die – zuvor entstandenen – reduzierten Schwefelverbindungen wie H_2S , Pyrit, elementarer Schwefel und Thiosulfat zu Energie- und Reduktionsäquivalente liefernden Substraten für Schwefel-oxidierende Bakterien. Der reduzierte Schwefel wird zu Sulfat oxidiert, dabei werden Protonen frei. Der pH-Wert sinkt dramatisch, was zur Folge hat, dass die abdichtenden kolloidalen Partikel ihre Funktion verlieren. Eingeleitet wird diese sehr rasche Änderung, die innerhalb eines Sommers stattfinden kann, durch einen chemischen Verwitterungsvorgang. Natrium-Ionen in den austauschfähigen Positionen im Kristallgitter der Tonmineral-Partikel werden durch Protonen ersetzt. Dadurch ändern sich die Gitterparameter und die Kristalle zerfallen schließlich. Sie lösen sich im perkolierenden Regenwasser vollständig auf und das Sediment wird irreversibel porös. Das nun ungehindert versickernde Regenwasser spült die noch vorhandenen Salze in die Tiefe. Dadurch kommt es zu einer vollkommenen oberflächlichen Entsalzung des Sediments, sodass eine standortfremde Pflanzendecke auf dem ehemaligen Lackenboden Fuß fassen kann („Lackensterben“). Die künstliche Grundwasser-Absenkung hat dafür viele Beispiele geschaffen [Abb. 5].

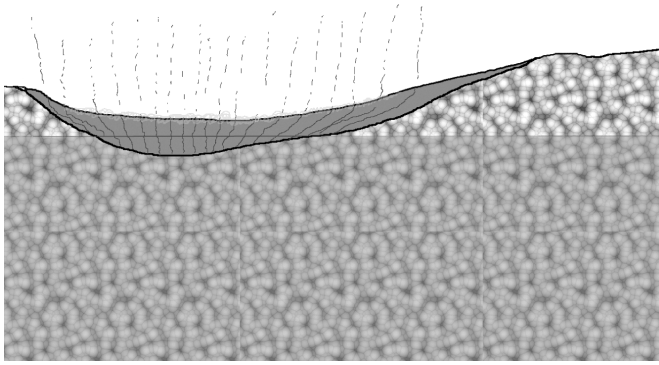
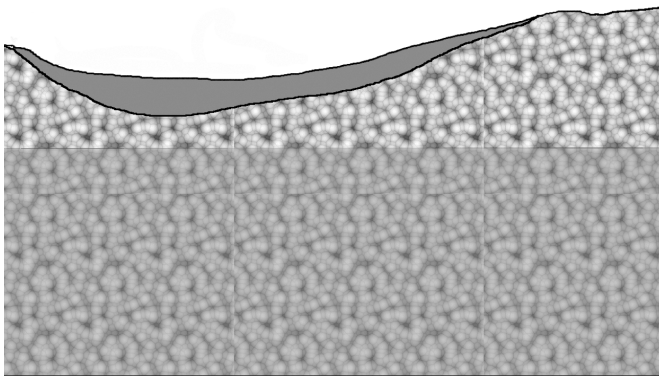


Abb. 5: Schematische Darstellung (Vertikalschnitte). Gezeigt ist der sommerliche Zustand völliger Austrocknung bei einer intakten Lacke (oben) und einer degradierten bzw. stark gefährdeten Lacke (unten). Dunkelgrau: Lackentauhori-zont. Hellgrau: Schotter und Sande des Aquifer. Hellgrau: Grundwassergesättigte Zone. Der Grundwasserstand entscheidet darüber, ob der Lackentauhori-zont trotz Verdunstung feucht bleibt oder bis in die Tiefe durchtrocknet.



Man hat versucht, gefährdete Lacken durch künstliche Bewässerung aus nahe gelegenen Brunnen am Leben zu erhalten. Dies ist aber nur dann machbar, wenn der Grundwasserstand doch noch ausreichend hoch ist, sodass (aus hydrostatischen Gründen) ein Versickern des künstlich zugeführten Wassers nicht im gesamten Lackenbereich möglich ist.

Wird eine Lacke ganzjährig von eingepumptem Grundwasser durchströmt, wie das derzeit mit dem St. Andräer Zicksee geschieht, so fehlt die sommerliche Phase, in der sich die Salze im Wasser aufkonzentrieren können. In diesem Fall kommt es zum Verlust des Charakters als Sodasee, zum Verlust von Trübe, der Huminstoffe und des hohen Salzgehaltes, zur Bildung von organischem Schlamm und zum langsamen Vordringen der Ufervegetation (Schilf).

Projekt zur Renaturierung degradiertes Seewinkellacken

In dem seit März 2004 vom Amt der Burgenländischen Landesregierung finanzierten, von Bund und EU co-finanzierten und über den Österreichischen Naturschutzbund abgewickelten Projekt (LW-621: Renaturierung ausgewählter Lacken des Burgenländischen Seewinkels) wurde auf Basis chemischer, mikrobiologischer und botanischer Untersuchungen für ausgewählte Lacken ein Renaturierungskonzept erstellt. Im Februar 2005 und Februar 2006 wurden auf repräsentativen Testflächen der Kleinen Neubruchlacke und der seit 30 Jahren vollständig ausgetrockneten Kleinen Martinhoflacke insgesamt 25 Tonnen einer Soda-Glaubersalzmischung aufgebracht. Die Idee war, die (infolge der Grundwasserabsenkung derzeit ausbleibenden) natürlichen Salzausblühungen zu ersetzen. Die Salzausbringung zeigte deutliche Erfolge wie Rückkehr der Salzvegetation, Rückgang der Fremdvegetation, Dichtwerden des Lackenbodens und Entstehung von Huminstoffen. Im sich neu entwickelnden Lackenwasser fand man sehr bald die typischen kleinen „Urzeitkrebse“ (Kiemenfüßer – Anostraka) des Seewinkels [9], die im Frühjahr 2006 bereits von Limikolen, vor allem Rotschenkeln und Uferschnepfen, als Nahrungsquelle genutzt wurden.

Anregung für ein Experiment

Salzausblühungen:

Wir bauen ein Modell einer Seewinkellacke, indem wir ein großes Becherglas mit Kieselsteinen und Sand füllen, dies entspricht dem obersten Grundwasserstockwerk des Seewinkels. In diesen „Aquifer“ wird stark salzhaltiges Grundwasser eingefüllt, wie es im Seewinkel im Untergrund der Lacken zu finden ist. (Herstellung eines Modell-„Grundwassers“: 25 g Na_2CO_3 plus 30 g Na_2SO_4 plus 5 g KCl in 1 L Wasser auflösen und über einen porösen Ausströmstein (Aquarienzubehör) CO_2 einleiten, bis ein pH von ca. 9.5 erreicht ist). Den „Lackentauhori-zont“ bildet ein bei niedrigen Temperaturen (900-1000°C) gebrannter, poröser, unglasierter Tonteller (z.B. ein Untersetzer für Blumentöpfe). Wir formen eine Mulde in der Oberfläche des Sand/Schotterbetts und bauen dort den Tonteller ein. Die zur Verdunstung des Wassers notwendige „sommerliche Sonneneinstrahlung“ erzeugt eine ca. 70 cm über der „Seewinkellacke“ angebrachte Halogenlampe. Während des Versuchs ist es notwendig, dass das „Grundwasser“ hoch genug ansteht, sodass seine Oberfläche immer im direkten Kontakt mit dem „Lackentauhori-zont“ bleibt. Das verdunstete Wasservolumen muss also regelmäßig durch neues „Grundwasser“ ersetzt werden. (Sinkt der Grundwasserspiegel zu stark ab, gibt es auch in der Natur keine Salzausblühungen). Man füllt zunächst den Tonteller mit Wasser und beobachtet, wie durch Verdunstung der Wasserstand im Tonteller sinkt und die „Lacke“ schließlich ganz austrocknet. Nun erst verdunstet von der ausgetrockneten „Lacke“ das kapillar hoch gesaugte „Grundwasser“ und der „Stauhori-zont“ reichert sich nach und nach mit den Salzen des „Grundwassers“ an. Es kann Stunden bis Tage dauern, bis sich schließlich die Oberfläche des Tontellers mit Salzausblühungen bedeckt.

Literatur:

- [1] G. Dick, M. Dvorak, A. Grüll, B. Kohler und G. Rauer (1994): Vogelparadies mit Zukunft? Ramsar-Bericht 3, Neusiedler See –Seewinkel, Umweltbundesamt, Wien.
- [2] H. Löffler (1957): Vergleichende limnologische Untersuchungen an den Gewässern des Seewinkels (Burgenland); Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien, Band 97, 27-52.
- [3] P. Haas, G. Haidinger, H. Mahler, J. Reitingner, R. Schmalfuß (1992): Grundwasserhaushalt Seewinkel; Institut für Hydraulik, Gewässerkunde und Wasserwirtschaft der TU Wien, Forschungsbericht 14, Beitrag zum Forschungsprogramm Hydrologie Österreichs.
- [4] H. Riedl (1965): Beiträge zur Morphogenese des Seewinkels; Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland 34, 5-28.
- [5] F. Kopf (1963): Wasserwirtschaftliche Probleme des Neusiedler Sees und des Seewinkels; Österreichische Wasserwirtschaft Jahrgang 15, Heft 9/10, 190-203.
- [6] Farnleitner, A.H., Kirschner, A.K.T., Mach, R.L., Rosengarten, R., Wesner, W., Krachler, R., Velimirov, B., Eiler, A., Herzig, A., Zechmeister, T. (2000): Bacterial neurotoxin production in flat saltwater pools in eastern Austria: a polyphasic approach investigating ecological, microbial and molecular aspects of toxigenesis . 7th European Marine Microbiology Symposium (EMMS), Noordwijkerhout, The Netherlands, Sept. 17-22, 2000.
- [7] A. Eiler, A.H. Farnleitner, T.C. Zechmeister, A. Herzig, C. Hurban, W. Wesner, R. Krachler, B. Velimirov, and A.K.T. Kirschner, Factors Controlling Extremely Productive Heterotrophic Bacterial Communities in Shallow Soda Pools; *Microbial Ecology* 46 No.1 (2003), 43-54.
- [8] R. Belocky (1991): Untersuchungen der Wechselwirkung zwischen Lacken- und Grundwasser im Seewinkel auf der Basis von Isotopenanalysen; Forschungsbericht, Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal, Wien.
- [9] H. Löffler (1959): Zur Limnologie, Entomotraken- und Rotatorienfauna des Seewinkelgebietes (Burgenland, Österreich); Aus den Sitzungsberichten der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse, Abt. I, Bd. 168, Heft 4/5, 315-362.