



Hans-Christoph Vahle

Der Wollingster See

Vermittler zwischen Himmel und Erde

Januar 2017





Der Wollingster See

Vermittler zwischen Himmel und Erde

Hans-Christoph Vahle

Januar 2017

Inhalt

Vorwort	4
Erste Annäherung: die geografische Lage	4
Der Wollingster See vor 100 Jahren	6
Annäherung über den Strand	8
Die besonderen Wasserpflanzen des Wollingster Sees	10
Die eiszeitliche Entstehung	13
Der See auf dem Hügel	14
Der Wollingster See – optimal oligotroph	15
Der Funktionskomplex der Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft	17
Die Tierwelt des Wollingster Sees	18
Die historische Heidelandschaft und ihre oligotrophierende Wirkung	19
Wollingster See und Mensch	20
Nachklang	25
Notwendige Rettungsmaßnahmen für den Wollingster See	27
Literatur	30



Vorwort

Die vorliegende Broschüre ist die Niederschrift eines gleichnamigen Vortrags, den ich in den Monaten August bis Dezember 2016 zu verschiedenen Anlässen gehalten habe. Durch die konstruktive Kritik der Zuhörer konnte die Qualität des Vortrags ständig verbessert werden; die Broschüre ist nun das Ergebnis dieses Prozesses. Insbesondere danke ich in diesem Zusammenhang Frau Irmela Kübler, Frau Annette Tewes und meiner Frau, Helga Vahle, für lange fruchtbare Diskussionen und gute Anregungen. Ebenso danke ich Frau Nadja Hildebrand für das gewissenhafte Korrekturlesen; für das sorgfältige Lektorat danke ich Frau Ute Schmidt (schmidt@die-schreibweisen.com), die den Formulierungen noch den letzten Schliff gab.

Erste Annäherung: die geografische Lage

Wir fahren durch die niedersächsische Geestlandschaft zwischen Bremerhaven und Bremervörde. Die Landstraße führt uns in den kleinen Ort Wollingst, in dem wir auf eine Nebenstraße abbiegen, die bald zu einem Feldweg wird. An der Abzweigung haben wir ein altes Holzschild gesehen, auf dem „Zum See“ stand. Und nun fahren wir auf diesem Feldweg nach Süden aus dem Dorf hinaus, vorbei an Wiesen, Äckern und Hecken bis zu einem Waldstück, an dem der Weg endet. Bis hierher verrät nichts in der Landschaft, dass wir vor einer besonderen Naturscheinung stehen – um uns herum die flache, nordwestdeutsche Geest mit Grünland und Ackerbau in fruchtbarer Kulturlandschaft.



Erst wenn wir einem kleinen Trampelpfad in das Wäldchen hinein folgen, bemerken wir, dass es nun deutlich bergauf geht. Hier, vom Wald versteckt, erhebt sich tatsächlich ein sandiger Hügel bis etwa 7 m über das ringsum liegende flache Land. Und oben angekommen, lichtet sich der Baumbestand und gibt den Blick frei auf eine offene Wasseroberfläche: den Wollingster See.



Vor uns fällt der Hügel ziemlich steil ab bis zum Wasser, wo die Wellen an eine Uferkante schlagen. Auf den ersten Blick scheint an dem See nichts Besonderes zu sein – entlang der Uferlinie wächst in unterbrochenem Band ein lockeres Schilfröhricht, dahinter niedrige Büsche und einzelne Bäume, ein Bild wie an vielen norddeutschen Seen. Und doch ist dieser See eine große Besonderheit, worauf sein hoher Schutzstatus hindeutet: Seit 1932 steht er unter Naturschutz und seit 2010 ist der See mit seiner Umgebung sowie dem im Süden angrenzenden Beverstedter Moor streng geschütztes Naturschutzgebiet im europäischen Naturschutznetz „NATURA 2000“ gemäß FFH-Richtlinie (Fauna-Flora-Habitatrichtlinie). Bei den typischen Wasserpflanzen des Wollingster Sees handelt es sich um extrem selten gewordene Arten, die sämtlich auf der Roten Liste der gefährdeten Pflanzenarten stehen. Und auch die Form des Seebeckens ist etwas Besonderes: Bei einer relativ kleinen Oberfläche von 180 x 300 m bildet der See einen tiefen Trichter von 14,50 m – vor 100 Jahren waren es noch 17 m (BROCKMANN 1933).

Wenn uns auf den ersten Blick der Wert und die Besonderheit des Wollingster Sees nicht sofort ins Auge springen, liegt das daran, dass er seinen einmaligen Charakter inzwischen weitgehend eingebüßt hat. Hätten wir vor hundert Jahren den See besucht, wäre es uns völlig anders gegangen: Wir wären sofort tief beeindruckt von der Schönheit, der Einmaligkeit und der absoluten Besonderheit dieses Naturkleinods gewesen. Heute müssen wir genauer hinschauen.





Der Wollingster See mit Seeberg (links) vor etwa 100 Jahren. Rekonstruiert nach einem alten Schwarzweißfoto. Aquarell: H.-C. Vahle

Der Wollingster See vor 100 Jahren

Vor 100 Jahren, im August 1916, wanderte eine Gruppe Naturfreunde durch die sandige norddeutsche Geestlandschaft, auf dem Weg zum Wollingster See. Grete Siemers vom Touristenverein „Die Naturfreunde“ erzählt: „... Es wurde kräftig durch Wälder, Moor und blühende Heide gewandert. Bald war Appeln erreicht und laut Wanderkarte war „es“ nicht mehr weit. Schon sah man die Häuser von Wollingst in der Ferne, aber vom See keine Spur. Es war eine große Heidefläche mit viel Porst und Birken. Ein Heidehügel lag nun vor uns und wir waren gespannt, was für ein Tümpel mit Schilf und Schlingpflanzen es wohl wäre. Ob sich

wohl der Umweg von drei Stunden lohnte? Gibt es ein frisches Bad? Als wir auf dem Heideberg standen, lag der See plötzlich ganz unvermittelt vor uns müden Wanderern. Wer kann die Freude ermessen; ein Bild so wunderschön, so klar und rein, wie man



Lobelien-Gesellschaft im kristallklaren Wasser des Wollingster Sees. Aquarell: H.-C. Vahle



Der Wollingster See mit Seeberg (rechts) vor etwa 100 Jahren. Rekonstruiert nach einem alten Schwarzweißfoto. Aquarell: H.-C. Vahle

es überhaupt nicht zu hoffen wagte. Keiner konnte vor Staunen etwas sagen, so ergriffen waren wir von dem herrlichen Stück Erde. Dies war ein Fleckchen Erde, so recht zum Verweilen für müde, luft- und sonnenhungrige Menschenkinder. Ein angepflocktes Boot lag am Ufer und Ruder darin. So haben wir den Tag genossen, mit Rudern, Baden und Sonnen. Der See war klar und die Ufer mit weißem Sand bedeckt.“ (zitiert nach der studentischen Projektarbeit von BÖNKE, KOSIEK, KURPAN, SCHÖLLER).

Der Wollingster See mit kristallklarem Wasser und weißem Sandstrand – eigentlich ein Ding der Unmöglichkeit bei so einem kleinen See von etwa 4,5 ha Wasserfläche und auch von den naturerfahrenen Wanderern so gar nicht erwartet! Wie kann es sein, dass am Wollingster See alle bisherigen Erfahrungen mit norddeutschen Seen auf den Kopf gestellt werden? Es müssen hier ganz eigentümliche, nahezu unwahrscheinliche Bedingungen herrschen, damit auch solch ein kleiner See einen wunderschönen weißen Badestrand hat.

Annäherung über den Strand

Der Strand ist für uns der Inbegriff von Wohlbefinden. Sommer und Sonne, Wasser und Wellen, Erholung, Freizeit, Urlaub – alles findet sich am Strand und mit dem Strand verbunden. Und ganz überwiegend sehen wir den Strand im Zusammenhang mit dem Meer, dem Salzwasser. Ein Süßwasserstrand, der seinen Namen wirklich verdient hat, ist oft nicht so recht vorstellbar. Süßwasserseen sind denn doch zumeist etwas zu klein, um das gewaltige Wirken der Elemente zu erzeugen, das notwendig ist, damit so etwas wie Strand entstehen kann.



Sand, Wasser und Wind sind Voraussetzungen für die Entstehung von Strand

Wann und wie entsteht Strand? Der klassische Strand ist der Sandstrand. Damit er entsteht, müssen vorhanden sein: sandiges Material als Grundstoff, wellenbewegtes Wasser mit Brandung, zeitweise starker Wind, der den Sand verweht, zeitweise warmes Wetter, das den Sand trocknet und ihn somit für den Wind angreifbar macht. Sehr aufschlussreich ist es auch, sich vorzustellen, unter welchen Verhältnissen an einem Seeufer gerade *kein* Sandstrand entsteht.

Die allermeisten Süßwasserseen haben keinen Sandstrand. Stattdessen finden wir am Ufer Schilfröhricht, allerlei wuchernde Wasserpflanzen und oftmals geht der Wald bis zum Wasser hinunter. Der Boden ist meist schlammig, das Wasser trübe

und große Wellen gibt es auch nicht. Dafür leben hier zahlreiche Mücken – insgesamt eine Situation, die nicht unbedingt zum längeren Verweilen und zum Baden einlädt.

Das Meer, das Salzwasser, ist allerdings nicht unbedingte Voraussetzung für die Existenz von Stränden. Vielmehr ist es die *Größe* des Gewässers: große Binnenseen können durchaus Sandstrände haben. Warum? Weil der *Wind* der eigentliche Faktor ist, der den Strand erzeugt, und je größer der See, desto stärker kann der Wind über die Wasserfläche brausen – von keinem Hindernis gebremst – und große Wellen auftürmen. Diese brechen sich am Ufer in der Brandung, die es unmöglich macht, dass sich hier Schlamm absetzt oder sich wuchernde Vegetation entwickelt, und die deshalb den Sand offen hält.

Es sind also letztlich die zerstörenden Wirkungen von Wind und Brandung, die den Strand bewirken und so etwas wie eine kleine Wüste schaffen, in der sich keine geschlossene Pflanzendecke entwickeln kann. Ist es vielleicht das, was uns am Strand so anzieht und fasziniert? Was uns ganz tief berührt? Nämlich das Zusammentreffen von „lebensfeindlicher“ Wüste und direkt daneben dem lebenspendenden Wasser?

Sandstrand entsteht nicht einfach da, wo Sand vorhanden ist. Ein Sandhaufen, so groß er auch sei, macht noch keinen Strand. Erst wenn Wind und Wellen an ihm arbeiten, entsteht diese besondere Lebensqualität, als die wir den

Strand empfinden. Und wir haben gesehen, dass Wind und Wellen umso stärker wirksam werden, je größer die Wasserfläche ist. Das Meer und große





**Sand und Wasser allein machen noch keinen Strand:
Hier fehlt die Windwirkung**

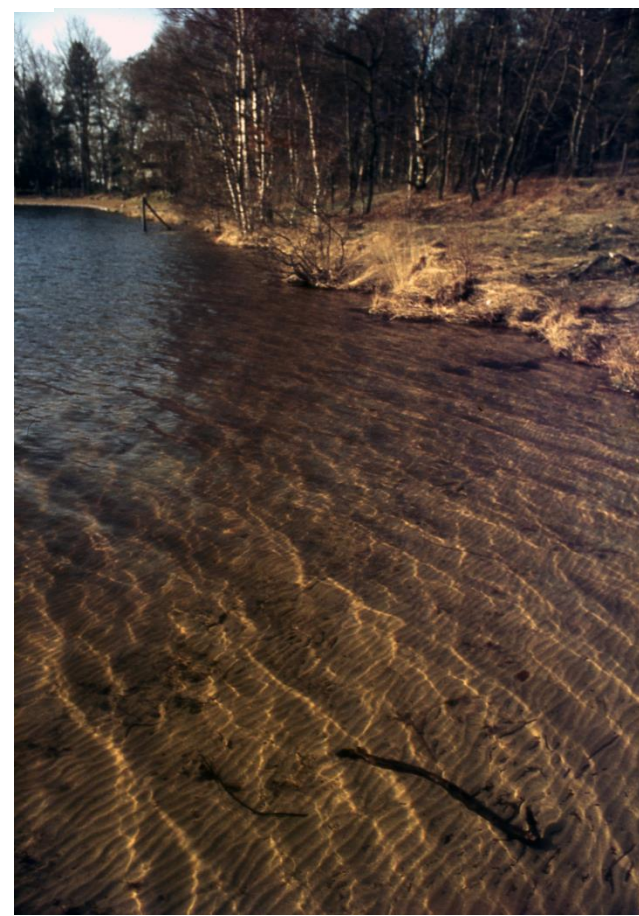


**Süßwassersee mit Brandung und Strand: Der Vättern in Schweden mit 50 km offener
Wasserfläche in Hauptwindrichtung**

Seen sind also für Strände prädestiniert. Für kleine Seen hingegen gilt das andere Bild: Wald, Schilf, Schlamm und Mücken. Der relativ kleine Wollingster See war aber ein „Strandsee“ – und das ist eben eine sehr große Besonderheit, eine Ausnahme vom Normalfall.

Wir erinnern uns an die Bedingungen für Strandentstehung: Sand als Grundstoff, Wind, der ohne Hindernis heranbraust und Wellenschlag mit Brandung, die den Sandstrand offen hält. Sand ist im und am Wollingster See jedenfalls reichlich vorhanden, da er in der sandigen norddeutschen Heidelandschaft liegt. Aber warum kann der Wind seine volle Kraft entfalten? Die Umgebung ist das Entscheidende: Der Wind weht stark – nicht, weil die Wasserfläche so groß ist, sondern weil die Umgebung des Sees aus niedrigwüchsiger Heide besteht, die dem Wind kein Hindernis entgegengesetzt. Der Wind trifft mit ungeminderter Wucht auf den See, türmt Wellen auf

**.Ostufer des Wollingster Sees April 1983: Noch gibt es klares Wasser,
aber der Strand ist bereits zugewachsen**



und erzeugt tatsächlich eine Brandung, die den weißen Sandstrand offen und sauber hält. Die umgebende windoffene Heidelandschaft ist also das entscheidende Kriterium für die Strandbildung und damit immens wichtig für die Erhaltung der besonderen Lebensqualität, die diesen See auszeichnet.

Wir haben bereits gesehen, dass der Wind ein wichtiger, unerlässlicher Faktor für das Bestehen eines Heidesees und dessen Sandstrand ist. Zudem erzeugt er im flachen Uferwasser starken Wellenschlag und Turbulenzen, was im Sandboden zur Bildung von Rippelmarken führt und etwaige organische Schwebstoffe in die Tiefe spült. In dem kristallklaren Wasser watend konnte man früher den hellen, kiesigen Sand stellenweise bis weit in den See hinein verfolgen, bevor er in der Tiefe dem Blick entschwand. Die hier mal breitere, dort schmalere Flachwasserzone endete schließlich an einer Kante, von wo aus der Grund bis zu einer Tiefe von über 18 m abfiel. Der sandige Strand und das helle Flachwasser, dessen Grund an keiner Stelle von dunklem Schlamm bedeckt war, zogen sich um den ganzen See herum.



So ähnlich sah es am Wollingster See früher aus wie hier am Versener Heidensee im Emsland

Die besonderen Wasserpflanzen des Wollingster Sees

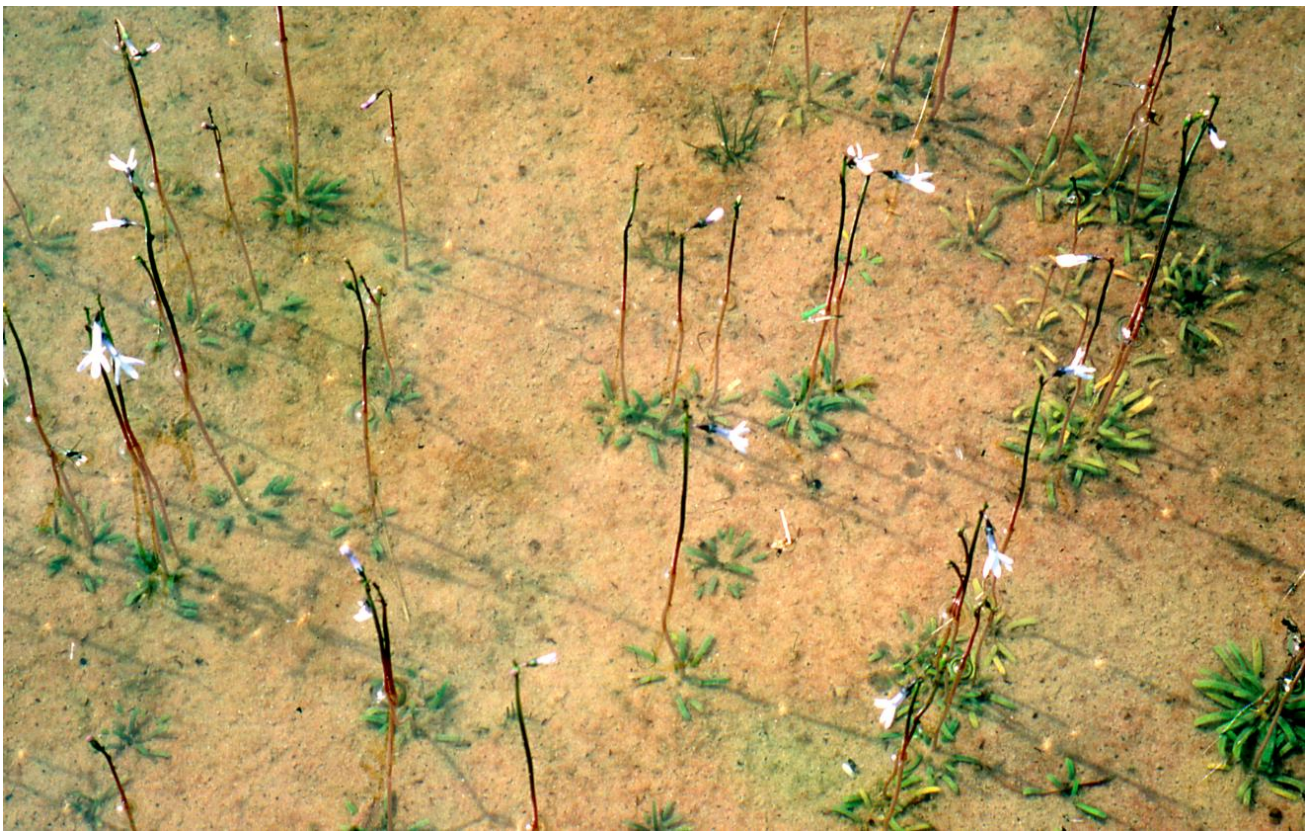
Ein See mit solcher besonderen Wasserqualität wie der Wollingster See beherbergt zwangsläufig auch besondere Wasserpflanzen, die mit dieser Situation zurechtkommen. Wir haben bereits gehört, dass ein Strand grundsätzlich ein eher lebensfeindliches Milieu ist und dass auf einem „guten“ und „sauberen“ Strand so gut wie nichts wächst. Röhricht, Seerosen und „Schlingpflanzen“ unter Wasser wären hier völlig fehl am Platze. Nur ein spärliches, kniehohe Gehälm aus meergrüner Schnabelsegge (*Carex rostrata*), dunkelgrüner Gewöhnlicher Sumpfsimse (*Eleocharis palustris*) und hellgrüner Zitzen-Sumpfsimse (*Eleocharis mamillata*) umsäumt den See als lockeres Band; sie setzen dem Wind kein Hindernis entgegen, der damit ungehindert über das Wasser fegen kann.

Dazu kommt noch, dass das Wasser des Wollingster Sees klar und nährstoffarm ist, weil es aus dem reinen Sandgrund keinerlei Nährstoffe herauswaschen kann und es auch keine Zuflüsse gibt, die Nährstoffe herantransportieren könnten. Große, wuchernde Wasserpflanzen haben hier deshalb keine Chance – aber kleine, genügsame und langsamwüchsige Pflanzen kommen mit dieser „Wasserwüste“ klar.

So wächst auf dem hell-sandigen Gewässerboden der niedrige, teils lockere, teils dichte Unterwasserrasen der Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft, die den ganzen Seeboden bis in eine Tiefe von 4-5 m bedeckt. Sie bildet lockere Rasen aus kurzen, binsenförmigen, leicht gekrümmten Blättchen und besteht aus drei typischen Arten: Strandling (*Littorella uniflora*), Wasserlobelie (*Lobelia dortmanna*) und Brachsenkraut (*Isoëtes lacustris*). Alle drei Pflanzenarten sehen sich mit ihrer kleinen Binsenform sehr ähnlich, obwohl sie aus ganz unterschiedlichen Pflanzenfamilien stammen: Der Strandling als Wegerichgewächs, die Lobelie als Glockenblumengewächs und das Brachsenkraut als farnverwandte Pflanze – ein Beispiel für die stark gestaltprägende Wirkung des extremen Standortes.

Der Name Strandling verweist sehr schön auf den besonderen Lebensraum, denn der Strandling ist





Wasserlobelie oder Wasserspleiße (Lobelia dortmanna) im klaren Flachwasser

tatsächlich eine Süßwasser-Strandpflanze. In der Brandungszone des Heidesees bildet der Strandling lockere Rasen aus hellgrünen Borstenblättchen. Er kann erst dann blühen, wenn er im Sommer bei Niedrigwasser nicht mehr vom Wasser bedeckt ist. Darauf ist er jedoch nicht angewiesen, da er sich viel schneller mit zahlreichen Ausläufern vermehrt, was ihm in der turbulenten Brandungszone sehr zusetzen kommt. So kann er in kurzer Zeit dichte Matten bilden.

Im etwas tieferen Wasser gesellt sich zum Strandling die Lobelie, deren Blätter in dichten Rosetten stehen. Ihre Blätter sind noch stärker nach unten gebogen als beim Strandling und sie sind vorne abgerundet, während die Strandling-Blätter vorne spitz sind. Lobelien bilden keine Ausläufer, sondern müssen sich über Samen vermehren. Kommt man zwischen Anfang Juli und Ende August an den See, findet man Tausende hellblauer kleiner Blütenglöckchen, die an Stielen eine Handspanne über dem Wasser stehen; sie entspringen den grundständigen Blattrosetten der Lobelie. Sie können den Wasserspiegel noch aus 70 cm Tiefe erreichen, in tieferem Wasser blühen und fruchten sie unter Wasser.



Die Blüten der Lobelie zeigen die Verwandtschaft mit den Glockenblumengewächsen



Der Strandling (Littorella uniflora) blüht nur bei niedrigem Wasserstand im Sommer, wenn er nicht mehr vom Wasser bedeckt ist.



Dunkelgrüne Rosetten des See-Brachsenkrautes (Isoetes lacustris) im tieferen Wasser. Dazwischen unten eine heller grüne Rosette der Lobelie.

Verfolgt man den Unterwasser-Rasen noch weiter in die Tiefe, gesellen sich ab etwa 1m die dunkelgrünen Blätter des Brachsenkrautes dazu. Sie sind länger als die der beiden anderen Arten und stehen in dichten, vielblättrigen Rosetten. Das Brachsenkraut fällt bei genauerem Hinsehen durch die nadelspitzen und vorne leicht umgebogenen Blätter auf, die glasig-durchscheinend und innen deutlich gekammert sind. In dem löffelförmig verbreiterten Blattgrund kann man bei etwas Glück auch die kleinen Sporenkapseln entdecken – denn wir haben es hier mit einer farnverwandten Pflanze zu tun. Das Brachsenkraut geht bis mehrere Meter Tiefe hinunter und bleibt schließlich von den drei Arten als einzige übrig.

Strandling, Lobelie und Brachsenkraut sind lichtliebend und auf klarstes Wasser und sandig-kiesigen Boden angewiesen, der nicht von Schlamm bedeckt ist. Solche Verhältnisse sind natürlich sehr speziell und selten zu finden und entsprechend selten sind auch die drei Pflanzenarten. Und weil diese ohnehin seltenen Lebensbedingungen, nämlich die Heideseen mit reinen Sandstränden, in den heutigen Landschaften überwiegend zerstört worden sind, verschwanden auch die drei Arten bis auf wenige Reste.

So finden sich Strandling, Lobelie und Brachsenkraut als extrem seltene Wasserpflanzen heute auf den Roten Listen der gefährdeten Pflanzenarten wieder. Sie sind bundesweit stark gefährdet oder sogar vom Aussterben bedroht; Lobelie und Brachsenkraut gehören darüber hinaus zu den geschützten Arten. Sie verschwanden großflächig wegen der Zerstörung ihrer Lebensräume, der Heidegewässer. In Deutschland gab es nur 10 Seen, in denen alle drei Pflanzenarten zusammen vorkamen; sechs davon lagen in Schleswig-Holstein und vier in Niedersachsen; letztere sind das Große Sager Meer, der Otterstedter See, der Silbersee und der Wollingster See. Von allen sind nur zwei Seen übriggeblieben,

in denen Strandling, Lobelie und Brachsenkraut zusammen das Jahr 2000 erreicht haben: in Schleswig-Holstein der Ihlsee und in Niedersachsen der Wollingster See.

Im Wollingster See hatten sich die drei Pflanzenarten also in Niedersachsen am längsten erhalten, da dieser See seine Heideseesee-Qualität von allen niedersächsischen Heideseen am längsten bewahren konnte. Bis 2003 kamen sie noch gemeinsam vor, dann verschwand das Brachsenkraut.



Das Brachsenkraut (Isoetes lacustris) fand man am Wollingster See oft am Ufer angespült. Seit etwa 10 Jahren ist es verschwunden.

Die optimalen Lebensbedingungen für die Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft sind so extrem, dass sie nur sehr selten und unter besonderen Voraussetzungen auftreten: Das Gewässer muss windoffen und lichtoffen sein, der Grund muss aus nährstoff- und kalkarmem Sand oder Kies bestehen, das Wasser selbst muss sehr klar, sehr nährstoffarm und sauerstoffreich sein und der Boden darf nicht von Schlamm bedeckt sein. Dass so etwas über einen längeren Zeitraum stabil existiert, ist recht unwahrscheinlich, da die normale Entwicklung dahin geht, dass gerade ein kleines Gewässer ziemlich schnell verlandet und zuwächst. Der Wollingster See besteht jedoch in seiner einmaligen Qualität bereits seit Jahrtausenden, nämlich seit der letzten Eiszeit! Das kann eigentlich fast nicht sein.

Die eiszeitliche Entstehung

Wie vieles am Wollingster See, so ist auch seine Entstehung eine Besonderheit (die folgenden Ausführungen hierzu von Herrn Dr. Eike RACHOR). Wenngleich der See durch die landschaftsformenden Kräfte der Eiszeit geschaffen wurde, blieb vieles lange ungeklärt. So nahm man an, dass der See ein sehr großes Einsturzloch eines spät abgeschmolzenen Eisblockes im Moränenmaterial der vorletzten (Saale-) Eiszeit sei („Toteisloch“, Soll). Diese Kaltzeit ging vor über hunderttausend Jahren zu Ende. Auch eine Ausstrudlung unter einem Gletscher wurde angenommen. Wenn der See aber schon am Ende der vorletzten Eiszeit entstanden wäre, müsste er am Grund in einigen Metern Sedimenttiefe Ablagerungen aus der vergangenen Warmzeit („Eem“) aufweisen. Die aber fehlen, wie Bohrungen im Seegrund und genaue Untersuchungen des Bohrmaterials zeigten: Und zusammen mit einer schwachen Verwallung um den See und dem „Seeberg“ weisen die Bohrbefunde vielmehr auf eine Ausformung durch Gefrier- und Tauprozesse in einem großen „Pingo“ vor über 15.000 Jahren während der letzten Vereisung (Weichsel-Kaltzeit) hin, als hier die Landschaft tundraähnlich war. Pingos sind riesige, wachsende Bodeneisklötze in Gebieten mit Dauerfrostböden. Bei Erwärmung in der Nacheiszeit schmolzen solche Pingos und hinterließen tiefe, wassergefüllte Löcher.

In den so entstandenen größeren und kleineren Seen siedelten sich während der Nacheiszeit Strandlingsgesellschaften an. Das ist mit Hilfe von Sedimentbohrungen für viele norddeutsche Seen nachgewiesen worden. Der Wollingster See war in seiner Frühzeit vom Stachelsporigen Brachsenkraut (*Isoetes echinospora*) bewachsen, das später von See-Brachsenkraut, Strandling und Lobelie abgelöst wurde. Strandlingsgesellschaften waren es aber von Anfang an, und diese entwickelten sich zunächst in den Gewässern der offenen Tundrenlandschaft, in denen der Wind seine oben beschriebene Wirkung voll ausüben konnte.

Im Laufe der klimatischen Erwärmung entwickelte sich die offene Tundrenlandschaft in lichte Birken-, Kiefern- und Eichenwälder, in denen der Wind schon recht stark gebremst wurde und deshalb nicht mehr ganz so starke Turbulenzen in den norddeutschen Seen erzeugen konnte. Auch gelangte vermehrt



Tundrenlandschaft in Norwegen: So ähnlich hat es in der Nacheiszeit bei uns ausgesehen – ein El Dorado für die Strandlingsgesellschaften.

Bei zunehmender Erwärmung verlandeten die Gewässer wie unten – und vorbei war es mit den Strandlingsgesellschaften. Dies ist der Normalfall!



Fallaub in die Seen und führte zu Nährstoffanreicherung und damit zur Verlandung und Moorbildung. Das wiederum vertrugen die Strandlingsgesellschaften nicht und verschwanden aus fast allen norddeutschen Seen – bis auf wenige Ausnahmen, zu denen auch der Wollingster See gehört. Diese besonderen Seen haben wegen der großen Tiefe und der Nährstoffarmut ihr Jugendstadium extrem lange erhalten können, und sie wurden schon recht früh darin von den prähistorischen Menschen unterstützt, die sich gerne im Umfeld solcher Gewässer ansiedelten und durch ihre extensive Landwirtschaft die Waldentwicklung verhinderten und die Landschaft offen hielten. Doch kommt beim Wollingster See noch ein weiterer Faktor hinzu, der die Verlandung über Jahrtausende verhindert hat und der einzigartig und einmalig ist.

Der See auf dem Hügel

Seen liegen normalerweise an der tiefsten Stelle im Gelände, was den Effekt hat, dass hier alle aus der Umgebung abgeschwemmten Nährstoffe zusammenfließen. Und dies führt zwangsläufig über kurz oder lang zur Verlandung des Sees. Auch beim Wollingster See könnte man zunächst denken, dass im Laufe der Zeit durch Zuflüsse von außen – als Fließgewässer, als Grundwasser oder einfach als Oberflächenabfluss – Nährstoffe aus der Umgebung in den See gelangen würden. Doch dies ist nicht so! Denn der Wollingster See liegt keinesfalls in irgendeiner Geländesenke, sondern beinahe im Gegenteil: auf dem Scheitelpunkt einer flach ausgezogenen Erhebung. Nur nach Nordosten steigt das Gelände schwach an, nach Westen, Süden und Osten fällt es vom See aus ab; entsprechend entwässern mehrere Fließgewässer in diese verschiedenen Richtungen.



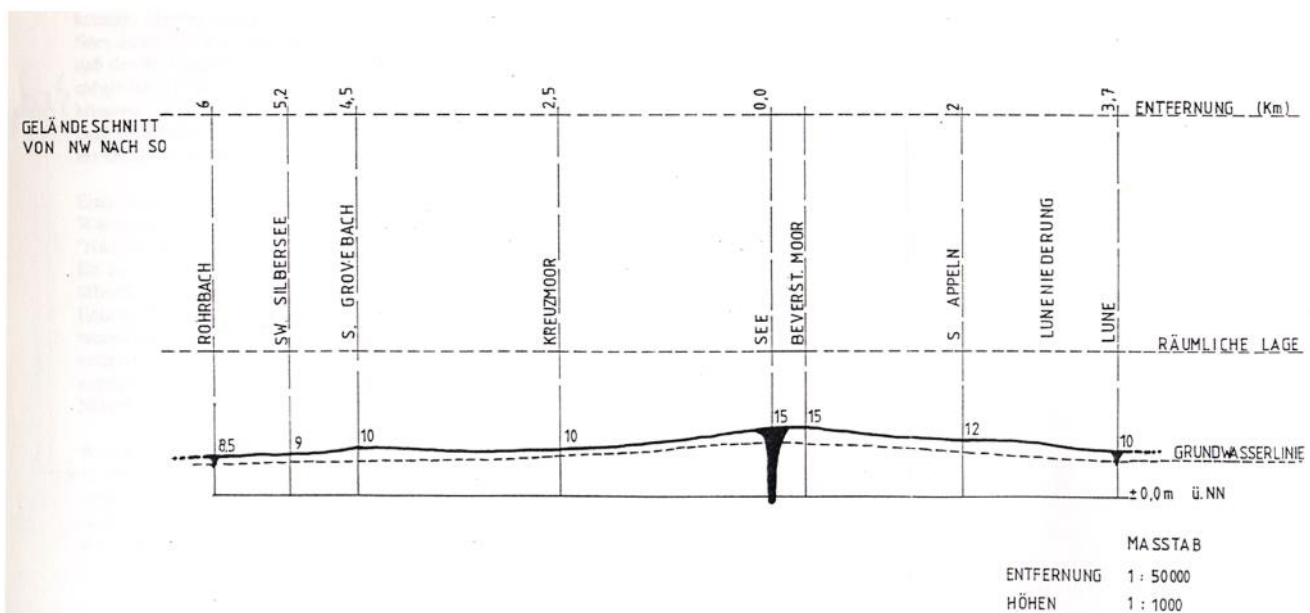
Fließrichtung der Gewässer vom Wollingster See weg

Schon wieder eine Merkwürdigkeit: Wieso kann ein See oben auf einem „Buckel“ existieren? Müsste er nicht bald sein Wasser verlieren? Das ist nicht der Fall, da der Wollingster See im atlantischen Klimabereich liegt, wo der Niederschlag wesentlich höher als die Verdunstung ist. Der Abfluss vom See weg ist außerdem ziemlich verzögert, da das Gelände nur sehr flach vom See aus zu den Seiten abfällt. Das hier abströmende Wasser wird immer wieder reichlich ersetzt durch den Regen. Allerdings kann es in etwas trockeneren Zeiten, beispielsweise in den Sommermonaten, zu einem Defizit an Wassernachschub „von oben“ kommen; das führt dann zu einem vorübergehenden Absinken des Wasserspiegels, bis der herbstliche Niederschlag das Gewässer wieder auffüllt.

Dieses zeitweise Trockenfallen der Uferbereiche ist sehr wichtig für die Vitalität der Brachsenkraut-Lobelia-Gesellschaft und für die Optimierung der wasserchemischen Verhältnisse. Für letztere kommt in Betracht, dass die Phosphorverbindungen – im Gewässer ist der Phosphor der wichtigste „Produktionsfaktor“ – beim Trockenfallen in wasserunlöslichen Formen im Sand festgelegt und damit dem Wasserkörper entzogen werden. Dadurch wird das ohnehin nährstoffarme Wasser noch ärmer gemacht, was der Wasserklarheit und der Brachsenkraut-Lobelia-Gesellschaft zu Gute kommt.

Unten:

Der Wollingster See liegt auf einer flachen Geländeerhebung: Geländequerschnitt durch die Umgebung des Wollingster Sees mit Grundwasserlinie (gestrichelt), von Nordwest nach Südost. Um die Niveauunterschiede deutlich zu machen, sind die Zeichnungen 50-fach überhöht; dadurch sieht der Wollingster See wie eine schmale Spalte aus. Aus Bönke, Kosiek, Kurpan, Schöller 1996.



Der Wollingster See – optimal oligotroph

Was heißt „oligotroph“? Im üblichen ökologischen Sprachgebrauch wird oligotroph einfach mit „nährstoffarm“ gleichgesetzt. Das ist aber nur die halbe Wahrheit, denn richtig heißt oligotroph „geringe organische Produktion“ – und das bedeutet: geringes Pflanzenwachstum, denn die Pflanzen leisten ja die Primärproduktion. Selbstverständlich wird das Pflanzenwachstum maßgeblich durch den Nährstoffgehalt bestimmt, weshalb oligotroph = nährstoffarm nicht ganz falsch ist. Allerdings gibt es noch andere Einflussfaktoren: Wenn am Strand der nicht gerade nährstoffarmen Nordsee nichts wächst bis auf den genügsamen Strandhafer, dann ist dieser Standort oligotroph, weil die Pflanzenproduktion gegen Null geht. Die durchaus vorhandenen Nährstoffe im Sand und im Wasser können nicht zur Geltung kommen, da die Standortkräfte zu extrem sind: zu starke Brandung und zu starker Wind (mit „Sandstrahlgebläse“) – beide sind vegetationszerstörend, verhindern also die Produktion und bedingen damit die Oligotrophie.

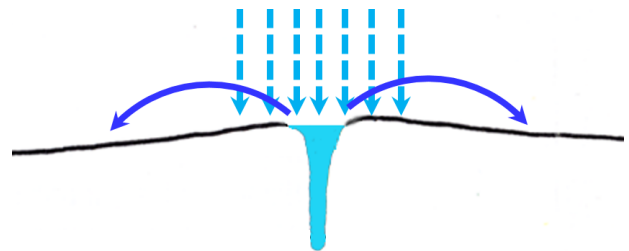
Beim Wollingster See wirkt nun alles zusammen: Die geringen Nährstoffmengen durch den armen Sandboden wirken ebenso oligotrophierend wie die starke Windbewegung des Wassers, die „strandbildend“ ist und das flache Wasser von Schlamm frei hält. Und dann tritt noch dieser merkwürdige zusätzliche Faktor in Kraft, nämlich die Lage des Sees auf einer Erhebung. Denn es strömt dem See fast nur Wasser zu, das direkt vom Himmel fällt; man nannte solche Gewässer früher auch „Himmelsteiche“. Der Wollingster See wäre nun allerdings mehr ein „Himmelssee“.

Durch die besondere, hohe Lage im Gelände konnte aus der Umgebung also kaum ein Nährstoffeintrag in den Wollingster See stattfinden, zumal in der Nachbarschaft nur arme Sandböden mit unfruchtbarer Heidevegetation existierten. Wenn man aber bedenkt, dass der Wollingster See schon viele Jahrtausende existiert, dann muss man doch davon ausgehen, dass auch geringste Mengen an jährlich zugeführten Nährstoffen im Laufe der Zeit dennoch zu einer deutlichen Nährstoffanreicherung führen mussten. Wo sind diese Substanzen aber geblieben?

Die Wasserbilanz sieht folgendermaßen aus. Der See wird fast ausschließlich mit Niederschlagswasser gespeist, also Wasser, das in früheren Zeiten kaum Nährstoffe enthielt. Aus dem See floss aber Wasser ab, das ein Gemisch aus dem Nieder-

schlagswasser und dem ganz leicht nährstoffreicheren Seewasser enthielt. So wurde dem See ständig ein wenig gelöste Substanz entzogen, was einer permanenten Verarmung gleichkommt und der nährstoffarme Zustand konnte sich hier länger halten als anderswo. Damit wäre die Oligotrophie über lange Zeiträume stabilisiert, wenn es nicht eine „Gefahr“ gäbe, die mit der ständigen Ausdünnung durch Niederschlagswasser verbunden wäre.

Denn diese Ausdünnung verarmt den See zwar ständig an Nährstoffen, hat aber nebenbei den Effekt, dass der auch unter natürlichen Verhältnissen leicht saure Regen (die Verbindung von Wasser und dem Kohlendioxid der Luft ergibt die schwache Kohlensäure) das Gewässer auf Dauer versauert. In einem sauren Gewässer siedeln sich aber gern Torf-



Verarmung, Oligotrophierung

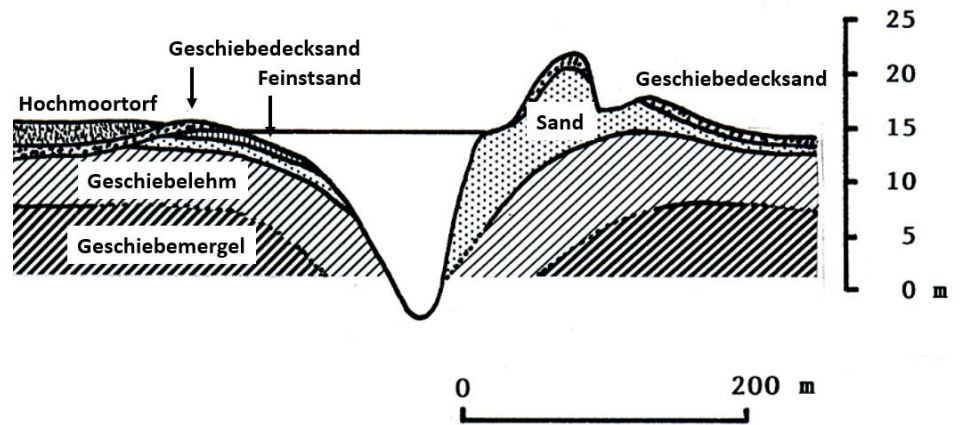
Gefahr: **schleichende Versauerung**

moose an, die durch ihren speziellen Ionenaustausch das Wasser noch weiter versauern und zu einem „Teufelskreis“ führen, indem der Säuregrad und das Torfmooswachstum immer weiter zunehmen und damit die Pflanzen der Brachsenkraut-Lobeliengesellschaft abnehmen. Denn diese vertragen weder zu niedrige pH-Werte noch vertragen sie die Torfmoose, die sich in dichter Decke über Strandling, Brachsenkraut und Lobelie legen würden.



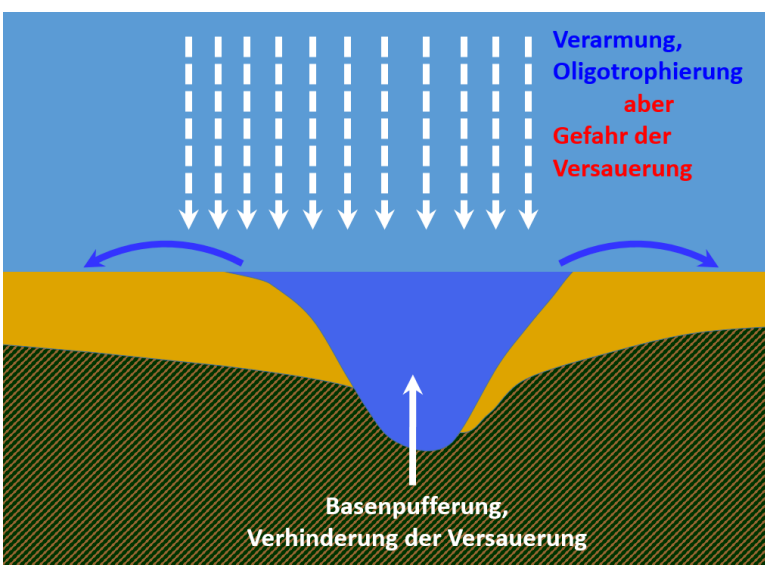
Bei Versauerung werden Lobelie und Strandling von Torfmoosen überwachsen, die ihrerseits das Wasser noch mehr versauern und Torfschlamm bilden.

Aber auch dies ist während der langen Zeit des Bestehens des Wollingster Sees nicht geschehen: eine weitere große Besonderheit! Der Grund, weshalb der See nicht versauerte, befindet sich tatsächlich am Seegrund. Denn der Wollingster See ist in einen Untergrund aus Geschiebelehm und Geschiebemergel eingebettet, der von einer nur wenige Meter dicken Schicht Sand überdeckt ist. Am Rand des Sees im Flachwasser ist diese Sandschicht am dicksten; in der Tiefe des Sees ist sie anscheinend gar nicht vorhanden. Dort unten, ab einer Tiefe von etwa 5–10 m, hat das Seewasser direkten Kontakt zu den lehmig-mergeligen Schichten und löst basische Substanzen heraus, die die Säure abpuffern. Wenige Meter unterhalb der tiefsten Stelle des Sees ist sogar stark kalkhaltiges Material zu finden (LADE 1974). Man be-



In der Tiefe des Wollingster Sees werden lehmig-mergelige Schichten angeschnitten, die die Versauerung des Seewassers abpuffern. Aus LADE 1974.

des Wollingster Sees: Das flachere Wasser bis zu einer Tiefe von mindestens 5 m hat einen Sandboden, der allein als Bodengrund für die Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft geeignet ist. Der weiter unten anschließende lehmig-mergelige Boden wäre dafür völlig ungeeignet. Bestünde aber der gesamte Seegrund nur aus Sand und Kies, würde wiederum der Basenpuffer fehlen, der die optimale Wasserqualität gewährleistet. So, wie die Schichten im Wollingster See angeordnet sind – Sand oben, Lehm unten –, sind genau die richtigen Verhältnisse vorhanden, die die langfristig wirksame Oligotrophie und damit das optimale Leben der Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft fördern.



Das Wasser des Wollingster Sees: optimal oligotroph durch nährstoffarmes Niederschlagswasser von oben und durch Basenpufferung von unten.

merkt diesen Einfluss (bzw. bemerkte ihn früher) daran, dass bei stabiler Wasserschichtung der Säuregehalt des Wassers von oben (etwa pH 4) nach unten abnimmt (LUNDBECK 1934). Wird das Wasser bei Frühjahrs- und Herbstzirkulation durchmischt, teilt sich der Basenpuffer dem gesamten Wasserkörper mit, so dass der Säuregrad nie wesentlich unter den pH-Wert von 4 sinken kann (bzw. sinken konnte).

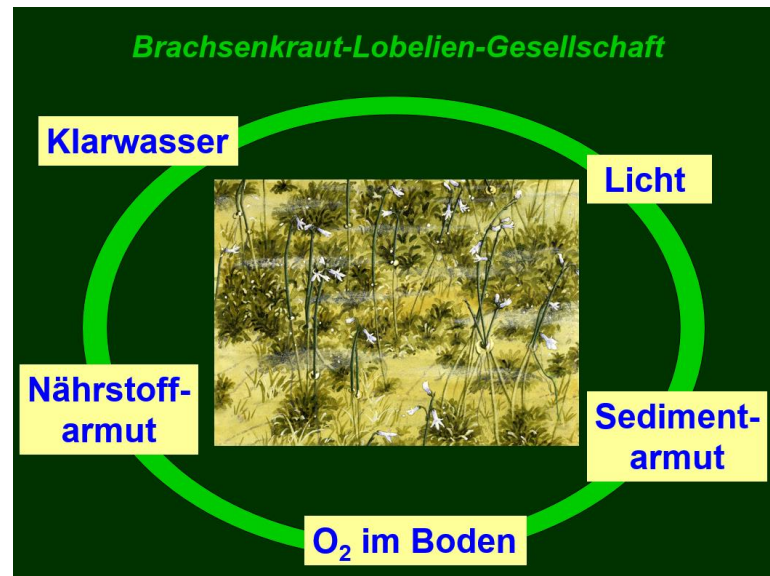
Damit stehen wir schon wieder vor einer unglaublichen, beinahe ans Unwahrscheinliche grenzenden Besonderheit



Der Funktionskomplex der Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft

Bisher haben wir die Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft nur als passives Glied des Ökosystems Heidesee kennen gelernt, das ganz spezielle Ansprüche an die Umgebung hat und bei Veränderungen dieser Umgebung verschwindet. Als bedingende Faktoren wurden klares Wasser, viel Licht, Nährstoff- und Kalkarmut sowie reiner Sand- bzw. Kiesboden genannt, der nicht von Schlamm bedeckt ist. Dieser Sand-Kies-Boden weist außerdem eine sehr feste Lagerung auf; auf weichem, beweglichem Sandboden wächst die Gesellschaft nicht. Des Weiteren ist das Wasser CO₂-arm und sauerstoffreich, was die gedrungene Wuchsform der Pflanzen fördert und andere, höherwüchsige Wasserpflanzen am Wachstum hindert.

Im Zusammenhang mit dem Sauerstoff finden wir nun eine sehr bemerkenswerte Eigenaktivität der Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft. TESSENOW & BAYNES (1978) konnten an Beständen von Brachsenkraut im Feldsee (Schwarzwald) nachweisen, dass diese den Boden, auf dem sie wachsen, in einer extremen Weise beeinflussen, indem sie über

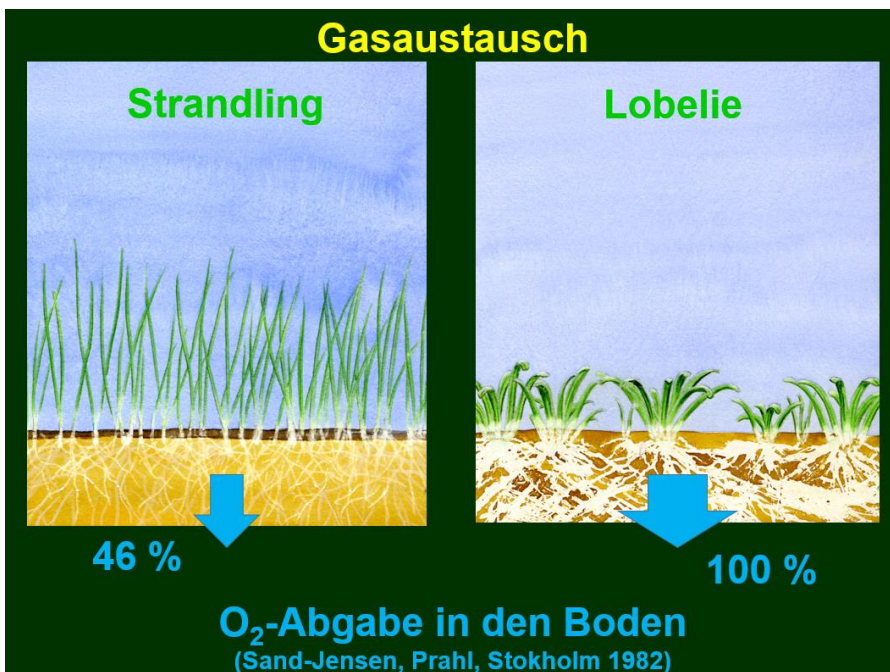


Faktoren, von denen die Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft abhängt

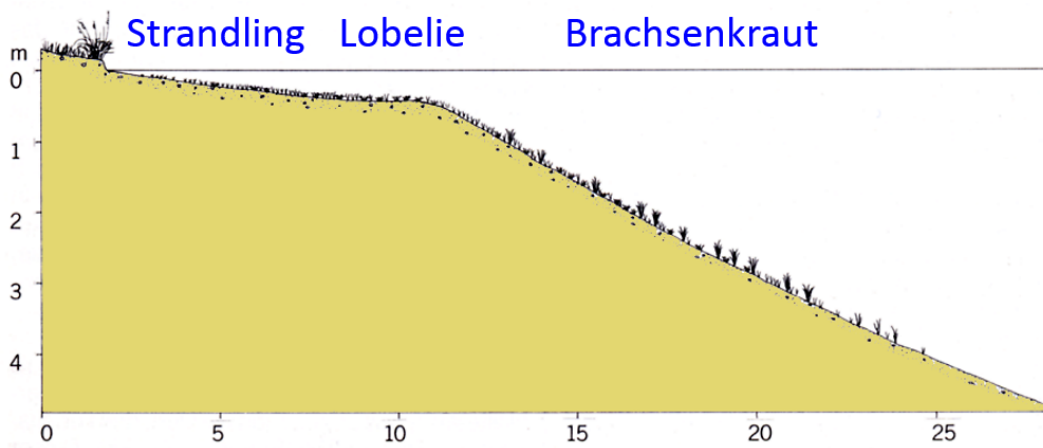
ANDERSEN & ANDERSEN 1972). Bei der Lobelie läuft der gesamte Gasaustausch also über die Wurzeln und nicht über die Blätter, was das „Normale“ wäre. Und dieser Gasaustausch ist beträchtlich, denn das Verhältnis Wurzelmasse zu oberirdischer Sprossmasse beträgt bei der Lobelie bis zu 5:1 (WIUM-ANDERSEN 1971, SZMEJA 1994).

Brachsenkraut und Lobelie oxidieren das Sediment dadurch bis zu einer Tiefe von 20 cm (WIUM-ANDERSEN 1971, TESSENOW & BAYNES 1978). Dieser Prozess der Sauerstoffabgabe läuft im Prinzip bei vielen anderen Wasser- und Sumpfpflanzen ebenfalls ab, erreicht jedoch nicht die Intensität wie bei der Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft. Umgekehrt nehmen die Pflanzen der Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft, anders als die meisten übrigen Wasserpflanzen, Kohlendioxid aus dem Bodenwasser auf.

Die Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft reichert also die obere Bodenschicht stark mit Sauerstoff an. Daraus lassen sich zwei logische Folgerungen ziehen: Erstens werden organische Substanzen oxidiert und damit im Wesentlichen zu Wasser und Kohlendioxid abgebaut. Es wird also – in Maßen – organischer Schlamm zerstört, was einem aktiven Oligotrophierungseffekt entspricht. Das dabei entstehende Kohlendioxid nehmen die Pflanzen für ihre Photosynthese auf. Als Zweites werden die wenigen Nährstoffe absorbiert, die mit dem organischen Abfall zu Boden sinken, wobei das



die Wurzeln viel Sauerstoff abgeben. Während so beim Brachsenkraut etwa 40 % des photosynthetisch produzierten Sauerstoffs in die Rhizosphäre eingebracht wird, sind es bei der Lobelie sogar 100 % (SAND-JENSEN et al. 1982: 351; vgl. auch WIUM-



Querschnitt durch das Nordostufer des Wollingster Sees. Rekonstruktion des Zustandes etwa in der 1. Hälfte des 20. Jahrhunderts nach Angaben von BEHRE 1955 und LUNDBECK 1951.

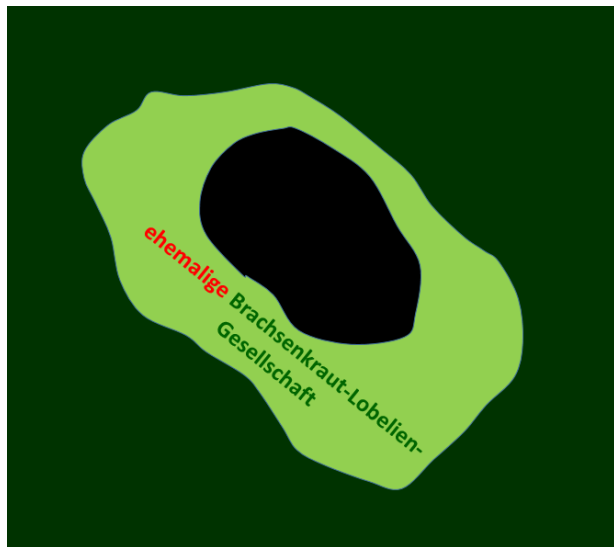
Welches Ausmaß diese Vorgänge für das ganze Gewässer-Ökosystem haben können, wird deutlich, wenn man sich klar macht, welcher Anteil der gesamten Gewässer-Grundfläche früher von der Brachsenkraut-Lobeliengesellschaft besiedelt war. Auch wenn man den schon nicht mehr ganz optimalen Zu-

stand um 1950 zugrunde legt, siedelte die Gesellschaft immerhin noch bis 4 m Wassertiefe. Das bedeutete einen Wuchsbereich von etwa 70% des Seebodens, auf den sich der oligotrophierende Effekt der Brachsenkraut-Lobeliengesellschaft auswirkte.

Die Tierwelt des Wollingster Sees

In dem extrem nährstoffarmen Milieu des Wollingster Sees konnten früher, in seinem Optimalzustand, große Fische, Muscheln und höhere Krebse nicht gedeihen. Es gab allerdings unter den Wirbellosen – Köcherfliegenlarven, Libellenlarven usw. – einige bemerkenswerte Arten, die an diesen speziellen Lebensraum angepasst waren. Die einzige Fischart, die den See in wenigen und kleinwüchsigen Exemplaren bewohnte, war der Flussbarsch, der seine Lebensweise dem besonderen Umfeld anpassen kann.

Friedfische aus dem Verwandtschaftskreis der Karpfenartigen fanden keine Lebensmöglichkeiten im See, da sie höher produktive Gewässer benötigen, in denen ein stärkeres Pflanzenwachstum stattfindet. So sind sie charakteristisch für eutrophe und trübe Gewässer, wo sie auch im weichen, schlammigen Boden gründeln können. Völlig unpassend für diese Fische ist der harte, durch Oxide verbackene Bodengrund der Heideseen mit der Brachsenkraut-Lobeliengesellschaft. Beides passt nicht zusammen. Ist der Heidesee aber bereits gestört, wie beispielsweise durch den intensiven Badebetrieb im Wollingster See der 70er Jahre, und ist der Bodengrund auf weite Strecken verletzt, dann ist ein Besatz mit Karpfen und ihren Verwandten katastrophal für die bereits geschwächte Brachsenkraut-Lobeliengesellschaft. Denn nun haben die gründelnden Fische Angriffsmöglichkeiten und können den Unterwasserrasen sukzessive zerstören.



sauerstoffreiche Sediment als Phosphatfalle wirkt und damit diesen wichtigen Pflanzennährstoff der Lobeliengesellschaft zuführt (JAYNES & CARPENTER 1986). Neben dem Phosphor werden auch andere Mineralien im Sediment als Oxide festgelegt, wie Eisen und Mangan. Diese Oxide „verbacken“ die Sandkörner zu einem festen, harten Konglomerat. Die Beobachtung, dass die Brachsenkraut-Lobeliengesellschaft den festen Boden „bevorzugt“, ist also gewissermaßen eine Fehlinterpretation, denn nicht der feste Boden war zuerst da und wurde dann besiedelt, sondern er ist erst das Ergebnis der Lebensprozesse der Brachsenkraut-Lobeliengesellschaft.

Beide Prozesse, die Oxidation organischer Substanzen und die Festlegung der Nährstoffe und Mineralien, sind oligotrophierende Effekte, die von der Brachsenkraut-Lobeliengesellschaft ausgehen. Sie führen zu einer aktiven Nährstoffverarmung des Wasserkörpers und zu einer teilweisen Entschlammung der Bodenoberfläche. Und das bedeutet: Die Brachsenkraut-Lobeliengesellschaft ist selbst ein sehr aktiver Partner in den Wechselwirkungsprozessen, die die Oligotrophie aktiv aufrechterhalten!

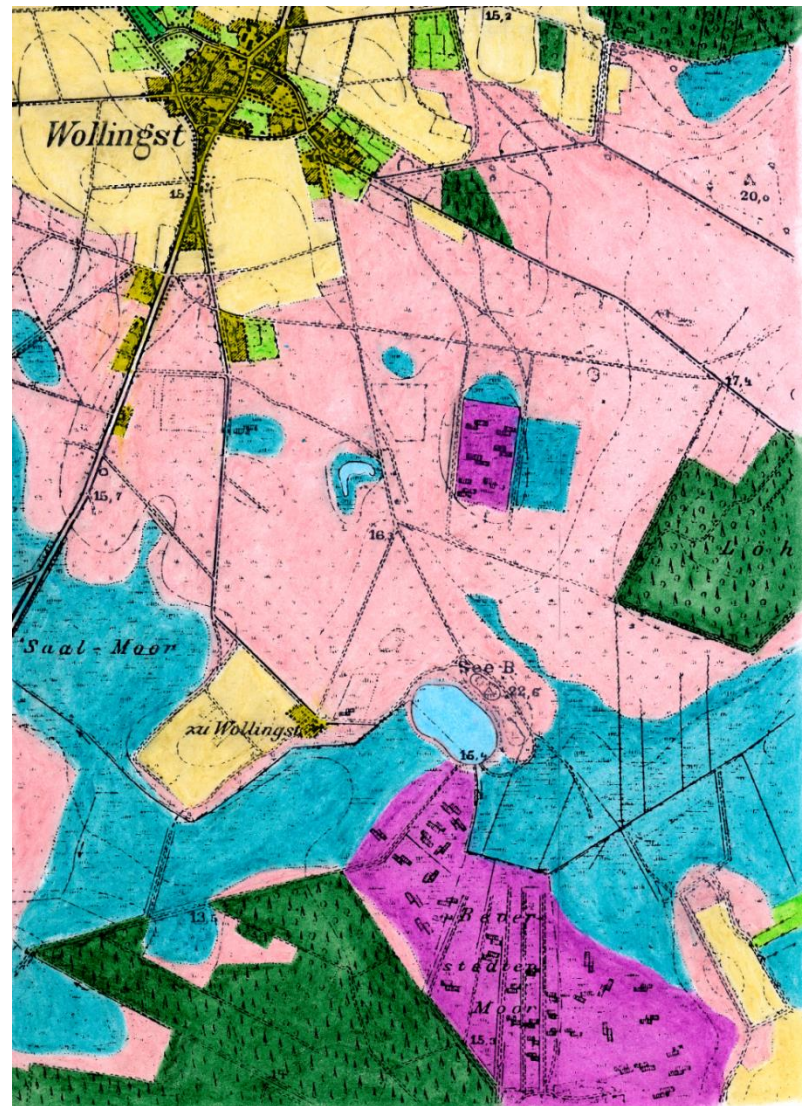
Die historische Heideland- schaft und ihre oligotrophierende Wirkung

Wir erinnern uns, dass der Wollingster See früher von Heide umgeben war. Heide ist aber keine natürliche Vegetation, sondern entstand durch eine ganz bestimmte historische Landnutzungsform, die Heidebauernwirtschaft. In diesem Zusammenhang wurde die Heide genutzt als Schafweide, als Bienenweide und in Form von abgestochenen Soden (die „Plaggen“) als Einstreu für die Ställe. Die so entstehende Mischung aus Dung und Heidestreu kam als Nährstofflieferant auf die wenigen Äcker, die sich in Dorfnähe befanden. Die Heide selbst wurde nicht gedüngt, sondern ihr wurden nur Stoffe entzogen, dadurch wurde sie immer nährstoffärmer.

Diese nährstoffarme Umgebung trug natürlich zum Erhalt der oligotrophen Verhältnisse des Wollingster Sees bei. Die Heide produzierte kaum organisches Material, was den See belastet hätte. Weiterhin gab es kein Falllaub, das in den See geweht wurde und zur Schlammabildung führte, und es gab auch keine Beschattung der Uferbereiche, die die lichtliebende Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft beeinträchtigt hätte. Aber der ausschlaggebende Effekt der niedrigwüchsigen Heide war, dass der Wind mit voller Kraft auf die Wasseroberfläche treffen konnte. Dadurch wurden an der Wasseroberfläche und im flachen Uferwasser Wellen und Turbulenzen erzeugt, die etwaige Schlammteilchen nicht absetzen ließen, sondern in die Tiefe spülten – wo sie dann mineralisiert wurden. Der Wind hielt die ganze Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft also schlammfrei und wirbelte zudem viel Sauerstoff in das Wasser, was sich förderlich auf diese spezielle Vegetation auswirkte.

Aus diesem Zusammenhang wird ersichtlich, dass der Wollingster See wie auch alle anderen Heidegewässer eben keine reinen Naturbiotope waren, sondern ihren eigentümlichen Charakter *auch* durch die frühere Landbewirtschaftung erhielten. Man muss sogar so weit gehen zu sagen, dass die von Natur aus ablaufenden Alterungsprozesse wie Verlandung und Moorbildung durch die Tätigkeit des Menschen aufgehalten und in Verjüngungsprozesse umgewandelt wurden. Denn die Vegetation aus Strandling, Lobelie und Brachsenkraut ist eine sehr jugendliche Pflanzengesellschaft, die kennzeichnend ist für das junge Entwicklungsstadium eines (kalkarmen) Sees.

Die Heidebauernkultur und ihre prähistorischen Vorläufer können bis in sehr alte Zeiten zurückverfolgt



Historische Heidellandschaft um den Wollingster See um 1900. Kolorierte topografische Karte von 1899. Rot: Moor, dunkelgrün: Wald, türkis: Feuchtheide, rosa: trockene Heide, hellgelb: Acker, hellgrün: hofnahe Weiden.

werden. Noch bevor sich nach der Eiszeit die lichten Birken-, Kiefern- und Eichenwälder zu dunklen Buchen- und Erlenwäldern weiterentwickeln konnten, setzte anscheinend eine Art „Verjüngung“ des Ökosystems mit der Einflussnahme des historischen Menschen ein. Das geschah in der Wollingster Gemarkung schon im 3. vorchristlichen Jahrtausend, in der Jungsteinzeit (SCHÖN 1997, S.9). So zeigt auch das Pollendiagramm sehr deutlich, dass das See-Brachsenkraut zu der Zeit rasant zunahm, als der erste menschliche Einfluss am Wollingster See bemerkbar wurde. Die Öffnung der Wälder zu einer frühen Kulturlandschaft – vermutlich mit viel Heide und Magerrasen – brachte wieder viel Wind und Licht an den See und führte zu einer erneuten Förderung von Strandlingsgesellschaften, wie sie in der windoffenen nacheiszeitlichen Tundrelandschaft schon einmal verbreitet gewesen waren.



Wollingster See und Mensch

Im vorigen Abschnitt über die historische Heide Landschaft ging es darum, wie der Mensch den See beeinflusst hat und wie die alte Heidebauernkultur die Besonderheit des Wollingster Sees, den oligotrophen Charakter, verstärkt und gefördert hat. Im Folgenden soll es darum gehen, wie der See den Menschen beeinflusst hat, welche Besonderheiten unsere Vorfahren also an dem See erlebt und wie sie darauf reagiert haben.

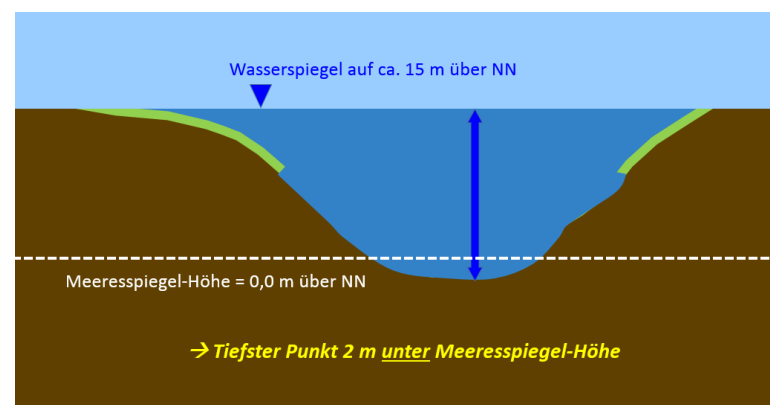
Zunächst einmal wären in diesem Zusammenhang mehrere bronzezeitliche Großsteingräber zu nennen, deren Reste heute noch auf dem Seeberg zu finden sind: ein erster Hinweis auf den Wollingster See und seine unmittelbare Umgebung als sakralen Ort. Auch deuten archäologische Funde aus dem 1.–3. Jhd. nach Chr. möglicherweise an, dass der See in dieser Zeit eine Kultstätte war (SCHÖN 1997). Weiterhin wurden die Kinder von Wollingst früher zwar in der Kirche christlich getauft, aber zusätzlich noch einmal im See – ein Ritual, das inzwischen wieder neu auflebt.

Der Wollingster See scheint also für die Menschen eine besondere Bedeutung gehabt zu haben, die ins Spirituelle tendierte und möglicherweise bis heute anhält. Bislang sind die zahlreichen Indizien nicht entschlüsselt, sondern lediglich intuitiv erfasst. Auch was die Frühmenschen in dem See gesehen haben, ist nicht überliefert. Es existieren zwar ein paar Legenden, aber solche ähnlichen Geschichten sind praktisch in allen Landschaften bekannt.

Was, wenn nun der See selbst einen Schlüssel zur Aufdeckung seiner besonderen spirituellen Bedeutung bereitstellte? Wagen wir ein Experiment und ergänzen die Analyse durch Anschauung, sprich: „Bilderdenken“.

Die erste Tatsache, die hier nun als „Bild“ dargestellt werden soll, betrifft die Lage des Wollingster Sees „auf dem Hügel“, oben auf der Wasserscheide. Der Boden ist hier also nach oben gewölbt und diese Wölbung führt zu der extremen Oligotrophie, indem sich oben keine Substanzen ansammeln können. Das wiederum ermöglicht ein kristallklares Wasser, durch das das Licht nun sehr tief hinunter scheinen kann.

Wie tief dieses Licht prinzipiell einstrahlt, ist schon wieder etwas Außergewöhnliches. Denn früher lag der tiefste Punkt des Sees in über 18 m Wassertiefe, vor 100 Jahren waren es immerhin noch 17 m (BROCKMANN 1933). Legen wir 17 m zugrunde und machen uns klar, dass der Wasserspiegel bei 15 m über NN liegt, dann befand sich die tiefste Stelle des Sees 2 m unter der Meeresspiegel-Höhe – für einen so kleinen Binnensee ein erstaunliches Phänomen!

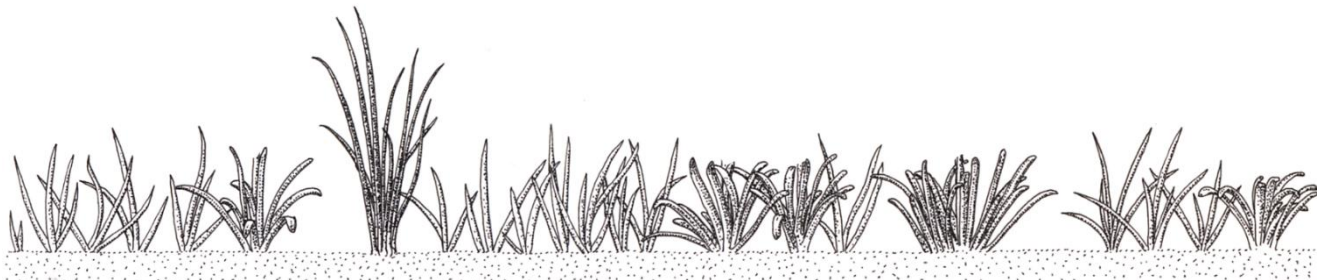


Es durchdringen sich damit am Beispiel unseres Sees zwei Bewegungsrichtungen, die als „Bewegung“ jedoch nur im Bild erscheinen, nicht physisch-reell. Die eine ist, dass sich die Erde nach oben zum Himmel wölbt, die andere, gegenläufige, dass das Himmelslicht tief in die Erde strahlt. Beide Phänomene bedingen seit Urzeiten die besondere Qualität

des Sees. Himmel und Erde, so könnte man zuge-
spitzt sagen, begegnen und durchdringen sich: Der
Wollingster See erscheint wie ein Vermittler zwi-
schen Himmel und Erde.

Nebenstehendes Profilbild legt eine Analogie nahe,
die, ergänzt durch das Luftbild des Wollingster Sees
auf Seite 18, auf dem die Wuchsfläche der Brach-
senkraut-Lobelien-Gesellschaft eingezeichnet ist,
noch verstärkt wird. Zu einem Kreis stilisiert und
dem Profilbild eingefügt, gemahnt das Bild fast an so
etwas wie ein „Auge“ der Landschaft. Und wir kön-
nen uns fragen: Welche Bedeutung hat ein See, der
eine solche Analogie zum Auge zeigt?

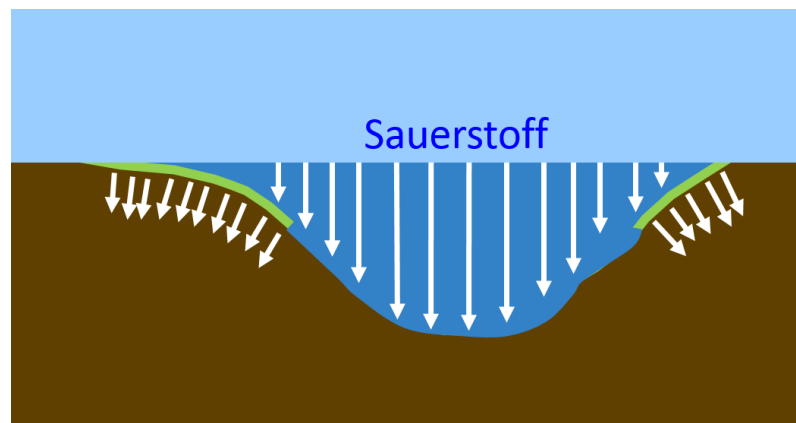
Der Vergleich mit dem Auge lässt sich sogar noch
erweitern. Denn welche Gestalten zeigen die Pflan-
zen der Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft? Es
sind Gestalten wie kleine Zäpfchen und Stäbchen,
die den Grund des Seebeckens zu 70 % überziehen.
Und nicht nur das, sondern sie führen zudem fak-
tisch den Sauerstoffeintrag, der wie das Licht bis tief
in den See hinunter geht (was für einen solchen tie-
fen Trichtersee sehr unwahrscheinlich ist), weiter
fort, indem sie den Sauerstoff nun bis in den Unter-
grund hineinbringen. Damit teilen sie also das, was
von der Atmosphäre (aus dem „Himmel“) in den See
hineinkommt, dem Untergrund mit. Die Analogie zur
Netzhaut liegt auf der Hand – so komplettiert sich
unser Bild, indem wir Analogien der Anschauung bil-
den.

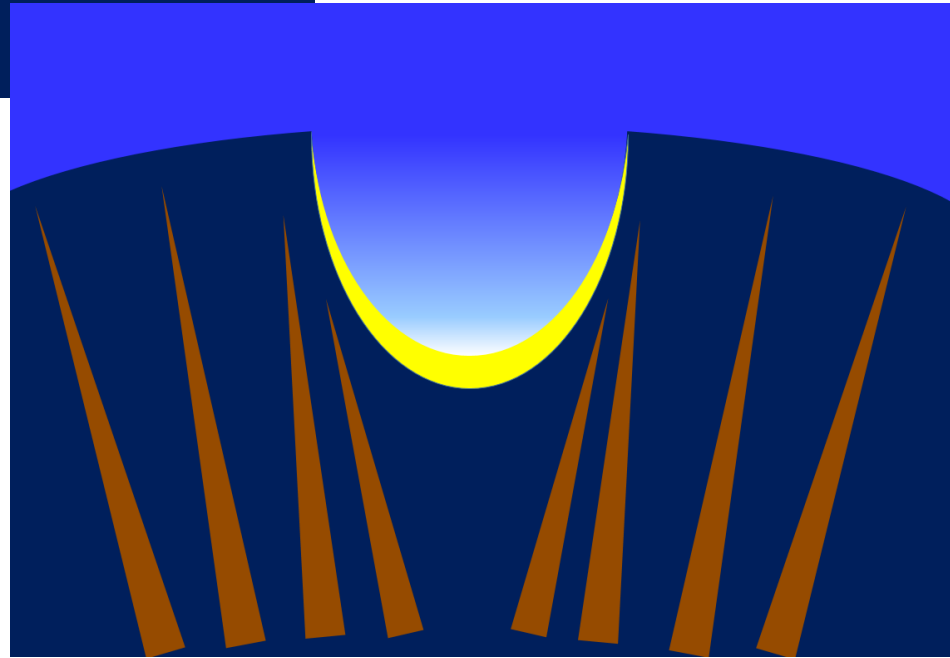
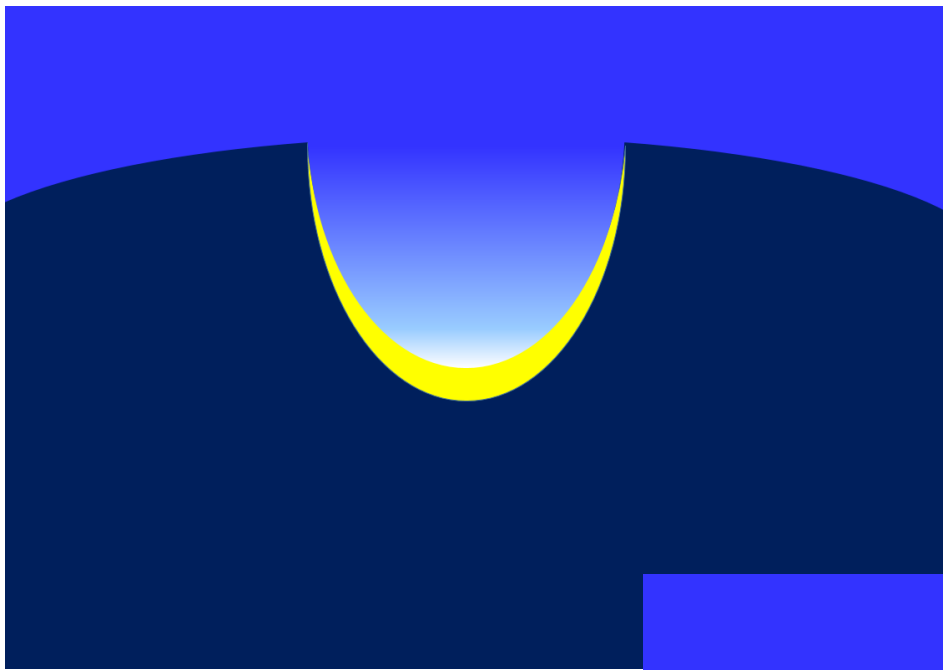


Das Gestaltbild der Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft: wie Stäbchen und Zäpfchen am Seeboden

Mit diesem Bild des Auges könnte man es bewen-
den lassen, das den Wollingster See als Vermittler
zwischen Himmel und Erde zeigt, wie es der Titel der
Broschüre erwarten lässt. Man kann jedoch noch ei-
nen Schritt weiter gehen. Wie, wenn wir die Bewe-
gungsrichtungen dynamisierten?

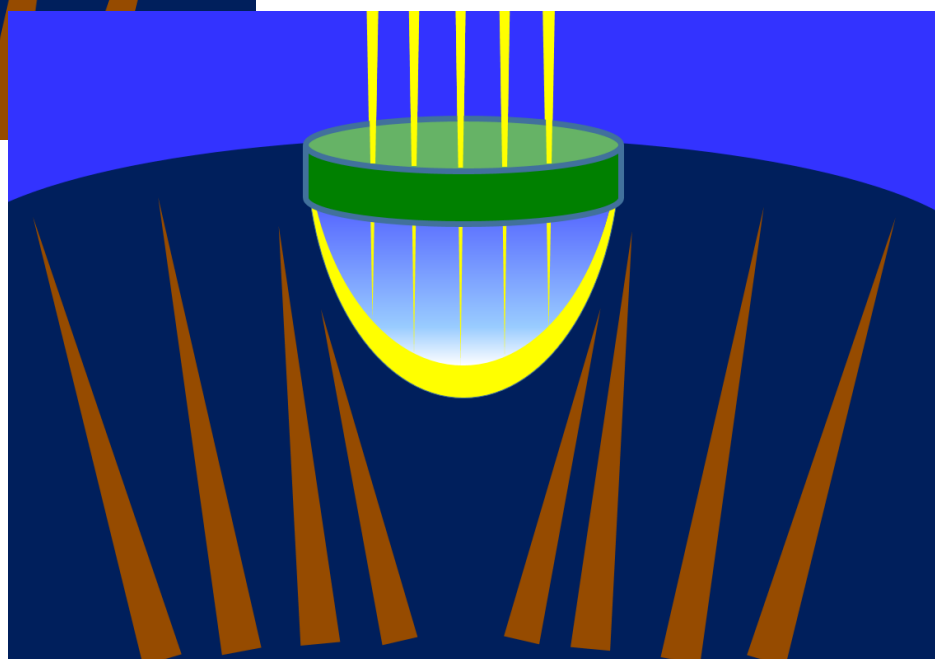
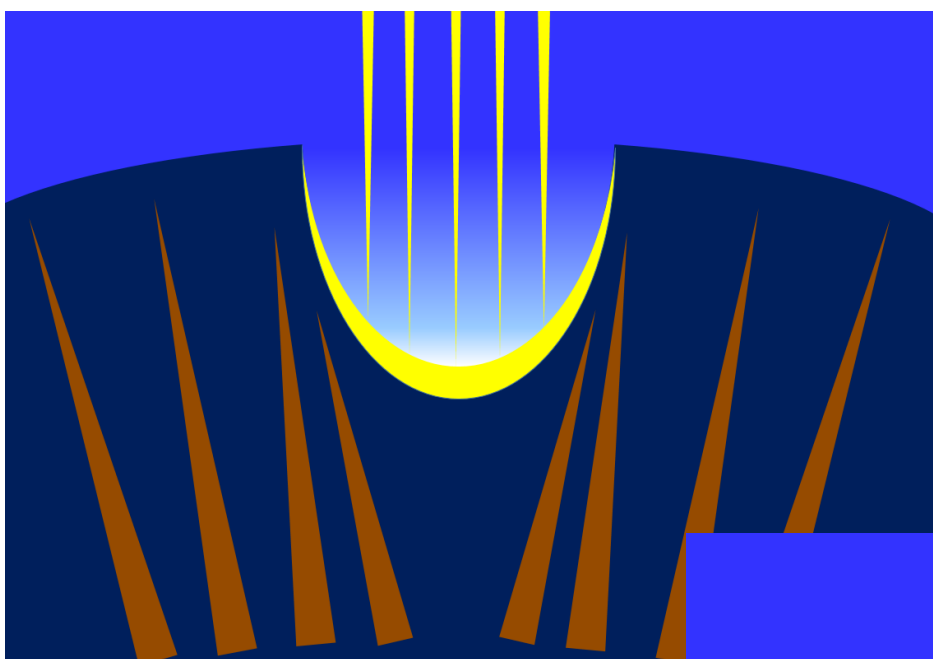
**Der Sauerstoff dringt nicht nur bis zur Tiefe des Sees,
er wird durch die Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft
sogar noch bis in den Bodengrund überführt.**

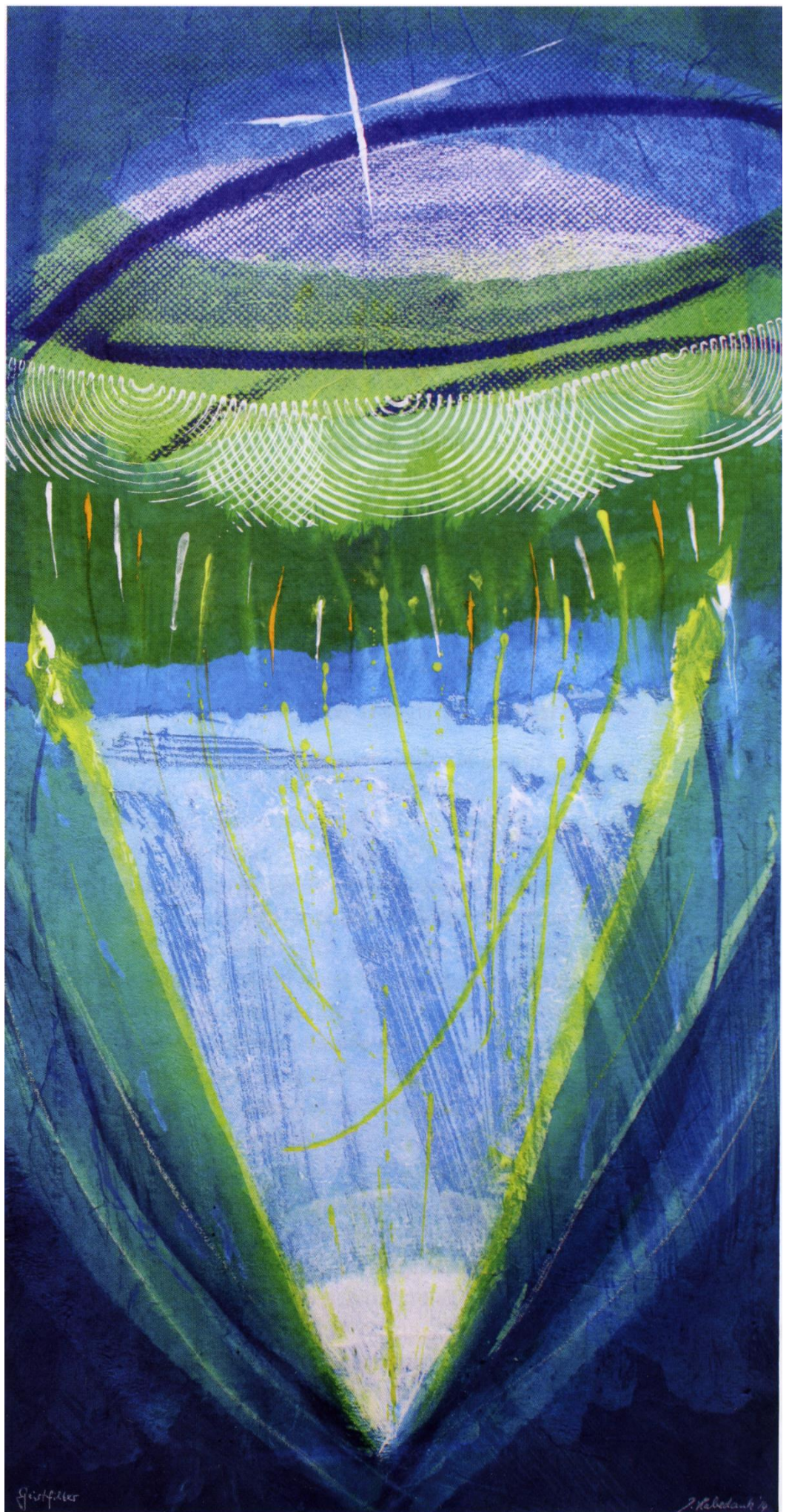




Dass der Hügel mit dem See nach oben herausgestülpt ist, *erscheint* uns in dem Bild als Bewegung. Real bewegt sich da natürlich nichts. Bleiben wir aber im Erscheinungsbild der Bewegung und verstärken dieses innerlich noch, dann erscheint ein weiteres Bild vor unserem geistigen Auge: das Heben eines Kelches zum Himmel. Die darauf aufbauende nun folgende Bilderreihe ist absichtlich abstrakt gehalten und zeigt die besprochenen Charakteristika, die sich schrittweise zum Gesamtbild zusammenfügen: Zum einen das Wasser des Beckens, dessen Helligkeit hier nach unten hin zunimmt, um die Unwahrscheinlichkeit der Lichtverhältnisse bis zu den Tiefen unter dem Meeresspiegel hin zu symbolisieren; die untere Spitze – die letzten 2 Tiefenmeter – ist ganz in Weiß gehalten, was den Bereich markiert, der unter der Meeresspiegellhöhe liegt. Zum andern die beiden Bewegungsrichtungen des Lichtes und der Erde, die hier stilistisch als längliche Keile erscheinen. Und schließlich die

Zone der Tiefenausdehnung der Brachsenkraut-Lobelia-Gesellschaft, markiert durch einen Ring in zwei Grüntönen für die Hauptvorkommen von Strandling und Lobelien (hellgrün) und den Hauptwuchsbezirk des Brachsenkrautes (dunkelgrün). Durch den Ring tritt die Kelchform des Sees plastisch hervor.





Jörgen Habedank:
Geistfilter
Acryl + Collage
auf Papier + Holz
60 x 30 cm
2014

Zuletzt stellen wir ein vollends künstlerisch freies Bild hinzu, das trotz seines rein abstrakten Impetus' nicht nur sämtliche charakteristischen Elemente des Wollingster Sees erkennen lässt, sondern auch durch seinen Titel zu unserem Ausgangspunkt der geheimnisvollen Spiritualität des Sees zurückführt: Das Bild trägt den Titel „Geistfilter“. Erstaunlich: Der Künstler hat hier nichts Gegenständliches malen wollen und kannte den Wollingster See auch gar nicht!

So zeigt sich der Wollingster See als Phänomen von höchstem Rang – in all seinen Einzigartigkeiten, Unwahrscheinlichkeiten und Besonderheiten ist er ein Naturwunder, das seinesgleichen sucht – und ein Urbild der Verbindung von irdischer und himmlischer Welt, das es um alles in der Welt zu erhalten gilt!

Nachklang

Der Wollingster See – ein großartiges Naturphänomen voller Einzigartigkeiten, Besonderheiten und Unwahrscheinlichkeiten, die sich unserem Bewusstsein erst bei genauerem Hinsehen Schritt für Schritt erschließen. *Unbewusst* war sicherlich schon lange das Gefühl da, dass es mit dem Wollingster See etwas Besonderes auf sich hat. Er galt ja früher lange Zeit als „Geheimtipp“ zum Baden, bis schließlich so viele Menschen von diesem „Geheimtipp“ erfuhren, dass es kein Geheimnis mehr war und der See in den 1970er Jahren zu einem großen Freibad mit bis zu 4000 Badegästen pro Tag wurde.

Dass sich Menschen zu dem See hingezogen fühlten, kann wohl an der Besonderheit liegen, die vielleicht ganz unterschwellig gefühlt worden sein mag. Auch der Wunsch, sich in dieser Besonderheit zu baden, kann damit auf einer anderen Ebene verständlich werden. Nur – die destruktiven Folgen des Massenebadebetriebs sind ja unterdessen bekannt. Und es ist grundsätzlich die Frage, ob wir inzwischen nicht reif dafür geworden sind, dem Naturwunder Wollingster See auf eine andere Art zu begegnen. Ich möchte diese andere Art die nicht-nutzende Begegnung nennen. Denn das Baden und das subjektive Sich-wohl-Fühlen ohne Gedanken an mögliche schädliche Auswirkungen ist ja etwas, was nützt, und zwar dem Egoismus. Begreift man den See aber als „heiligen Ort“, dann muss der gedankenlose Massenebadebetrieb als eine „Entweihung“ gewertet werden.

Insofern gibt es seit 1996 einen erfreulichen Umschwung in der Art der Begegnung, als sich eine Gruppe engagierter und motivierter Menschen zum „Förderverein Wollingster See“ zusammenschlossen, die nun den Erhalt des Naturkleinods im Sinn hatten. Selbstverständlich fühlen sie sich am See auch wohl, sonst würden sie nicht in unermüdlicher und freiwilliger Wochenendarbeit so viel Zeit und Kraft investieren. Aber sie tun dies eben aus Achtung vor der einmaligen Besonderheit des Sees und nicht deshalb, um ihr Ego zu bedienen ohne Rücksicht auf Verluste.

Zur Veranschaulichung könnte man sich einmal ein sakrales Bauwerk vor Augen führen, beispielsweise den Kölner Dom. Und nun stelle man sich vor, jemand käme auf die Idee, im Kölner Dom eine Markthalle einzurichten. Aus der Sicht des Betreibers eine gute Idee: Eine große luftige Halle, viel Bodenfläche, dazu die Wetterunabhängigkeit. Wenn jemand nichts anderes im Sinn hat als diese Geschäftsidee, kann man auch nichts Verwerfliches an der Sache finden. Das Bauwerk an sich nimmt ja auch keinen

Schaden – die Wandbemalungen und -verzierungen, die gesamte Kuppelkonstruktion – alles bleibt erhalten. Ist die Markthalle aber eine angemessene Nutzungsform für ein sakrales Gebäude? Was sagen die Menschen, die in den Kölner Dom zur Anbetung eines geistig Höherstehenden kommen wollten, zu dieser Veränderung? Ich kann mir vorstellen, dass einhellig eine Einrichtung von Markthallen in Domen, Kirchen und Kathedralen als eine Entweihung oder sogar als Sakrileg empfunden werden würde.

Wenn man den Wollingster See als heiligen Ort betrachtet, an dem sich Himmel und Erde tief verbinden und an dem das kristallklare Wasser als Bild für die geistige Klarheit steht, dann gibt es hier ebenfalls Sakrilegien – und das sind alle Tätigkeiten, die die besondere Qualität des Sees beeinträchtigen. Vergleichbar mit der Einrichtung von Marktständen im Kölner Dom ist alles, was eine aktiv betriebene Umwidmung des Sees bedeutet: Die Umwidmung durch massiven Badebetrieb in eine Riesen-Badewanne und die Umwidmung des Sees in einen Angelteich durch Fischbesatz.

Wir hatten gesehen, dass die einzige typische Fischart für einen Heidesee wie den Wollingster See der Flussbarsch ist. Insbesondere karpfenartige Fische haben in einem solchen See gar nichts zu suchen und dennoch wurden sie zu Angelzwecken in großen Mengen eingesetzt. Das allein ist schon eine dem Heidesee völlig wesensfremde Maßnahme, da Karpfen und ihre Verwandten überhaupt nicht zu diesem Ökosystem gehören. Und geradezu katastrophal sind dann die Folgen: Die eingesetzten Fische wühlen im Bodengrund, reißen die Bodenrasen der Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft heraus und zerstören damit über kurz oder lang die gesamte typische Heidesee-Vegetation. Darüber hinaus bringen sie die im Bodengrund festgelegten Nährstoffe durch das Gründeln wieder in den Wasserkörper zurück, wodurch sie eine Eutrophierung in Gang setzen. Das fördert das Algenwachstum und die Wassertrübung, die Algen sind wiederum Nahrung für die Fische, die umso besser wachsen und die Bodenrasen umso kräftiger weggründeln können. Eine Art Teufelskreis wird so in Gang gesetzt, an dessen Ende die völlige Vernichtung der Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft steht. Die durch den Badebetrieb der 1970er Jahre bereits stark dezimierte Vegetation – die diesen massiven Eingriff jedoch überlebte! –

wurde durch fortwährende Beeinträchtigung durch die Fische nahezu ausgerottet, bis die letzten Reste dann in Metallkäfigen vor dem Fischfraß gesichert wurden.

Insofern sind die Fische im Wollingster See noch viel schlimmer als die Marktstände im Kölner Dom; die Marktstände entweihen den Ort zwar, zerstören ihn aber nicht nachhaltig. Die Fische hingegen zerstören den wichtigsten wertgebenden Bestandteil des Wollingster Sees, die Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft. Mit dem Verschwinden dieser Pflanzen löst sich auch das gesamte Ökosystem Heidesee auf, das sich mithilfe der Pflanzen selbst stabilisieren und so Jahrtausende überleben konnte. Die eigentliche Existenz des Wollingster Sees als Heidesee ist damit final bedroht. Und dies geschieht ziemlich unbemerkt, weil die vernichtende Tätigkeit unten im Wasser stattfindet, wo niemand so genau hinschauen kann.

Damit ist das oben geschilderte optimale Lebensbild des typischen Heidesees und speziell des Wollingster Sees heute leider so nicht mehr anzutreffen. Fischbesatz, Badebetrieb, Düngung landwirtschaftlicher Flächen unmittelbar am See und anderes führten zu einer drastischen Degeneration. Wenn diese Entwicklung noch einige Jahre so weitergegangen wäre, hätte der Wollingster See auch die letzten Anklänge an seinen nährstoffarmen Charakter verloren, insbesondere seine einmalige Pflanzengesellschaft wäre komplett vernichtet worden. Glücklicherweise arbeitet der Förderverein seit 20 Jahren unermüdlich am Erhalt und an der Optimierung der Verhältnisse, hat seenahe Gehölze entfernt, die Heide wieder neu entwickelt und mit Schafen beweidet und die zugewachsenen Ufer auf manchen Strecken wieder freigelegt. Es gibt jedoch so viel zu tun, dass die ehrenamtliche Arbeit an ihre Grenzen stößt.

Im Folgenden sei ein Gesamtüberblick über die notwendigen Sanierungsmaßnahmen gegeben.

Der Förderverein Wollingster See e.V. arbeitet seit 20 Jahren erfolgreich an der Lichtstellung des Sees und an der Heideentwicklung.



Notwendige Rettungsmaßnahmen für den Wollingster See

Es geht mir in diesem Bericht nicht darum, ob die Maßnahmen aus sozialen, lokalpolitischen oder finanziellen Gründen möglich sind, sondern zunächst ums Prinzip. Totschlagargumente gibt es dann immer noch genug. Aber wichtig ist, zunächst einmal überhaupt klar zu sehen.

Es wird sich teilweise um drastische Maßnahmen handeln müssen, die dem „Naturliebhaber“, der sich nach Stille und Frieden sehnt, zunächst gegen den Strich gehen mögen. Aber wenn ein Patient todkrank ist, dann muss er operiert werden und auf die Intensivstation – und da geht es erstmal ohne viel Stille und Frieden zu.

- **Sämtliche Fische entfernen**

Fische – außer Flussbarsche – gehören nicht in einen Heidensee! Vor allem die Karpfenartigen vergreifen sich auch an den Pflanzen und zerstören durch ihr Gründeln den Bodenrasen der Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft. Durch falschen Fischbesatz wurde in wenigen Jahren fast der gesamte offene wachsende Bestand der typischen empfindlichen Vegetation vernichtet. Heute sind kleinere Bestände der seltenen Pflanzen nur noch an abgeschirmten, ufernahen Stellen wie auch in den dazu aufgestellten Drahtkäfigen vor dem Fischfraß geschützt. Das Brachsenkraut, das nur im tieferen Wasser wuchs und durch ufernahe Schutzmaßnahmen nicht erreicht werden konnte, ist inzwischen ganz verschwunden.



Drahtkäfige zum Schutz der letzten Lobelien vor Fischfraß



Von Schilf und Schlamm befreite Uferstrecke am Südostufer des Wollingster Sees. Hier müssten eigentlich zahlreiche Lobelien und Strandlinge aus den noch im Sand vorhandenen Samen keimen, da diese Samen eine sehr lange Lebensdauer haben. Das aber wird durch die Fische verhindert.

Das gleiche Problem mit dem Fischbesatz wurde auch am Ihlsee in Schleswig-Holstein erkannt, dem letzten holsteinischen See, in dem noch Brachsenkraut, Lobelie und Strandling zusammen vorkommen. Auch hier sind die typischen Bodenrasen durch den Fischbesatz gefährdet und die Reduzierung der Fische, vor allem der Karpfenverwandten, ist dort eine der wichtigsten Sanierungsmaßnahmen. Da niemand genau zu wissen scheint, welche Fischarten zurzeit im Wollingster See vorhanden sind, muss so schnell wie möglich eine rigorose Entfernung aller Fische durchgeführt werden. Nur Barsche können in den See zurückgebracht werden, alle anderen Arten müssen verschwinden. Ohne diese radikale Maßnahme wird sich die Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft niemals erholen können.

Wohlgemerkt: Es geht hier nicht darum, Angeln und Fischbesatz grundsätzlich zu verurteilen. Aber bitte nicht im Wollingster See! Es gibt Tausende anderer geeigneter Fischgewässer!

- **Tiefenentschlammung**

Die Tiefe des Wollingster Sees hat in den letzten wenigen Jahrzehnten beträchtlich abgenommen. Waren es am Anfang des 20. Jahrhunderts noch 17 m (BROCKMANN 1933), so werden heute nur noch 14,50 m erreicht. Die Tiefenablagerungen bestehen aus nährstoffreichem Faulschlamm, der sich durch die erhöhte Pflanzenproduktion gebildet hat. Das damit in Kontakt stehende Tiefenwasser ist im Gegensatz zu früher im Hochsommer sauerstofffrei und damit lebensfeindlich.

Das dort unten liegende Schlammpaket wirkt wie ein permanenter Düngestreuer. Denn durch die sauerstoffarmen bis sauerstofffreien Verhältnisse werden Pflanzennährstoffe wie Phosphor ständig in Lösung gehalten, können damit nicht im Sediment festgelegt werden und werden stattdessen immer wieder in den Wasserkörper zurück gespült. Dort heizen sie weiteres Algenwachstum an und die Wassertrübe nimmt zu.

Da eine rigorose Tiefenentschlammung zu aufwändig ist, muss eine andere Lösung gefunden werden, um das nährstoffreiche Tiefenwasser abzuführen. Dies kann praktischerweise mit einem sogenannten Olszewski-Rohr geschehen, das im Prinzip wie ein selbsttätig arbeitendes Überlaufrohr funktioniert. Damit fließt bei steigenden Wasserständen nicht das Oberflächenwasser ab, sondern es wird das Wasser-Feinschlamm-Gemisch von der unmittelbaren Kontaktzone zum Tiefenschlamm abgesaugt. Um den Effekt noch zu intensivieren, muss die bereits bestehende Pumpe (betrieben über regenerative Energie) alsbald repariert und zur Wasserabführung wiedereingesetzt werden. Mit der Pumpe besteht auch die Möglichkeit, die notwendigen Wasserstandsschwankungen zu verstärken, indem der Wasserspiegel im Sommer stark abgesenkt wird (siehe unten unter Punkt „Wasserspiegelschwankungen fördern“).

- **Ufer abschieben**

Der früher schlammfreie, offene Sandboden des flachen Uferwassers ist heute nur noch an wenigen Stellen zu sehen. Die meisten Uferstrecken – bis auf die Badestellen – sind mit Schilf, Torfmoosen und



Große Uferstrecken des Wollingster Sees sind mit Schilf und Torfmoosen zugewachsen, die die seltenen Wasserpflanzen verdrängen.

Algen zugewachsen. Der Wind konnte den Schlamm im Uferbereich nicht mehr fortbewegen, da Gehölze und Schilf die Wind- und Wasserbewegungen stark verringerten. Die typischen Pflanzen der Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft im Flachwasser sind durch die Verlandungsvegetation bis auf wenige Reste verdrängt worden. Im tieferen Wasser gingen sie durch andere Prozesse zugrunde: Wassertrübung, Schlammbedeckung und wühlende Fische. Eine Regeneration der Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft wird mutmaßlich vom Flachwasser ausgehen müssen; hier müssen also die optimalen Bedingungen wieder hergestellt werden.

Der Förderverein hat bereits an mehreren Uferstrecken die Verlandungsvegetation entfernt, so dass der ursprüngliche offene Sandboden wieder zutage treten konnte. Das ist auf jeden Fall ein Schritt in die richtige Richtung; es ist allerdings erforderlich, diese Maßnahmen um den ganzen See herum durchzuführen. Das Schilf sollte komplett ausgerottet werden, da es in einem typischen Heidesee nichts zu suchen hat und vor längerer Zeit künstlich angepflanzt wurde (LUNDBECK 1951: 39). Es trägt einen erheblichen Anteil zur Produktion und Ansammlung organischer Ablagerungen bei. Darüber hinaus bietet das Schilf Windschutz, so dass sich zwischen den Halmen am Boden Moose und Algen festsetzen können, die noch mehr zu Verlandung und Schlammabildung beitragen und die Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft verdrängen. Eine gute Schilfbekämpfung ist die Mahd unter Wasser im Juni zur Zeit des stärksten Wachstums.

Wo das Schilf bereits mit dichten Moospolstern und moorartiger Vegetation durchsetzt ist, muss die gesamte Vegetation bis auf den darunter liegenden



Das Entwicklungsziel: Offene Sandufer mit schwachwüchsigem Gehölz von Seggen und Sumpfsimsen; dazwischen im Wasser dichte Rasen von Strandling, wie hier im Versener Heidesee (Emsland).

Sand abgeschoben und entfernt werden. Große Flächen in und über Wasser werden von Moosen geradezu überwuchert, was insbesondere am Südostufer schon zu einer Art Moorbildung geführt hat. Man sollte sich hiervon jedoch nicht in die Irre führen lassen und glauben, es wäre nun mit Torfmoosen, Sonnentau und Schnabelsimse ein schutzwürdiger Biotop entstanden. In diesem speziellen Fall des Wollingster Sees heißt die Antwort ganz klar: Nein, kein schutzwürdiger Biotop! Die Moorvegetation hat im angrenzenden Beverstedter Moor ihren richtigen Lebensraum und sollte da allerdings auch gefördert werden, *nicht aber* im Kontakt zum Wasserkörper des Wollingster Sees! Hier muss die Moorvegetation als Verdrängungsvegetation gewertet werden, die dazu beiträgt, die Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft zu vernichten.



Dichte Strandlingsrasen mit blühenden Lobelien am Ostufer des Wollingster Sees Anfang Juli 1992. Der sinkende Wasserspiegel hat in diesem trockenen Sommer große Flächen der Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft freigegeben, die nun ohne Probleme ohne Wasserbedeckung weiterwächst.

Würde man an einigen Stellen aus falsch verstandener Naturliebe einige der Schilf- oder Moorbestände stehen lassen, gingen von ihnen permanent schädliche Wirkungen aus – nämlich die Produktion organischer Masse und Windbremsung –, die man mit großem Aufwand immer wieder im Zaum halten müsste.

- **Wasserspiegelschwankungen fördern**

Die Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft ist eine amphibische Vegetation, sie wird also durch schwankende Wasserstände gefördert. Sommerliches Trockenfallen fördert die Blüte vom Strandling, der sich unter Wasser nur vegetativ vermehren kann. Allein das Brachsenkraut fühlt sich bei ständiger Wasserbedeckung am wohlsten, weshalb es auch nur im tieferen Wasser, ab etwa 1 m Tiefe, vorkommt (besser: vorkam). Zudem führt die Trockenphase zur Oxidation des Sediments und damit zur Nährstofffestlegung, was vor allem für den Phosphor gilt (KLAMT et al. 2016).

Die Wasserspiegelschwankungen des Wollingster Sees waren früher viel stärker als heute. Durch den Abzugsgraben, der zuerst am Südufer lag und jetzt an das Nordwestufer verlegt wurde, wird der winterliche Maximalwasserstand nicht mehr erreicht; dies war auch so beabsichtigt, um das Naturfreundehaus vor dem Hochwasser zu schützen. Früher wurde deshalb eine viel größere Fläche am Südostufer überflutet. Damit ist auch die Differenz zwischen

winterlichem Hoch- und sommerlichem Niedrigwasser viel geringer geworden, was mit einer Reduzierung der oben genannten positiven Effekte verbunden ist.

Langfristig wäre somit die Anhebung des Winterwasserspiegels notwendig; bis dahin müsste dafür gesorgt werden, dass stattdessen der Sommerwasserspiegel gezielt abgesenkt wird. Dies kann mit der oben genannten Pumpe bewerkstelligt werden.

- **Gehölzentfernung und Heideentwicklung**

Die typische Umgebung für den Wollingster See als Heidesee ist selbstverständlich die niedrigwüchsige Heide, die dem Wind kein Hindernis in den Weg stellt. In Ufernähe sollten deshalb – abgesehen vom Gagelstrauch – keine Gehölze geduldet werden; im Westen und Süden bis zu 400 m Entfernung vom Seeufer sollte alles gehölzfrei gehalten werden, auch auf dem Hang des Seeberges und auch auf dem Naturfreundegelände im seenächsten Bereich sollten die Gehölze entfernt werden. Diese Arbeiten wurden im Winter 1996/97 und in den Folgejahren schon in großem Umfang durchgeführt. Um die Wiederansiedlung von Gehölzen zu verhindern, wird die Seeumgebung z. B. durch Beweidung mit Schnucken und Ponys offen gehalten, wie schon jahrelang durch Herrn Heino RUNGE gewährleistet.



Literatur

- BÖNKE, M., KOSIEK, K., KURPAN, S., SCHÖLLER, G. (1996): Der Wollingster See. Ein Pflege- und Entwicklungskonzept für einen oligotrophen Brachsenkraut- Lobelien-Geestsee. – Studentische Projektarbeit am Institut für Landschaftsplanung und Naturschutz der Universität Hannover. Manuskript.
- BROCKMANN, C. (1933): Lage und Bodenverhältnisse des Wollingster Sees. – Schr. Verein Naturkunde Unterweser, Neue Folge 6: 3-7.
- JAYNES, M.L. & CARPENTER, S.R. (1986): Effects of vascular and nonvascular macrophytes on sediment redox and solute dynamics. – *Ecology* 67 (4): 875- 882.
- KLAMT, A.-M, REITZEL, K., ANDERSEN, F.Ø., JENSEN, H.S. (2016): Simulated drawdown and rewetting of littoral sediments: implications for Lobelia lake management. – *Hydrobiologia* 778: 137–150.
- LADE, U. (1974): Der Wollingster See. Ein Beitrag zum Alter und zur Entstehung. – *Jahrbuch der Männer vom Morgenstern*, Band 54, S. 9-32.
- LUNDBECK, J. (1934): Über den "primär oligotrophen" Seetypus und den Wollingster See als dessen mitteleuropäischen Vertreter. – *Archiv für Hydrobiologie*, Band 27, S. 221-250.
- LUNDBECK, J. (1951): Zur Kenntnis der Lebensverhältnisse in sauren Binnenseen. – *Archiv für Hydrobiologie*, Supplement-Band 20, Heft 1, S. 18-117.
- SAND-JENSEN, K., PRAHL, K., STOKHOLM, H. (1982): Oxygen release from roots of submerged aquatic macrophytes. – *Oikos* 38: 349-354. Copenhagen.
- SCHÖN, M.D. (1997): Wollingster Vor und Frühgeschichte. – In: C. von Glahn: 800 Jahre Wollingst. Bremervörde.
- SZMEJA, J. (1994): Dynamics of the abundance and spatial organisation of isoetid populations in an oligotrophic lake. – *Aquat.Bot.* 48: 19-32.
- TESSENOW, U. & BAYNES, Y. (1978): Redoxchemische Einflüsse von *Isoetes lacustris* L. im Littoralsediment des Feldsees (Hochschwarzwald). – *Arch. Hydro-biol.* 82: 20-48. Stuttgart.
- VAHLE, H.-C. (1990): Grundlagen zum Schutz der Vegetation oligotropher Stillgewässer in Nordwestdeutschland. – *Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs.* 22: 1-157. Hannover.
- VAHLE, H.-C. (1997): Der Wollingster See. – In: C. VON GLAHN (Hrsg.): 800 Jahre Wollingst. Wollingst: 299-330.
- VAHLE, H.-C. (1999): Die Optimierung des eigenen Standortes durch das Isoeto-Lobelietum. – *Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N.F.* 17(2): 281-291. Freiburg/ Brsg.
- WIUM-ANDERSEN, S. (1971): Photosynthetic uptake of free CO² by the roots of *Lobelia dortmanna*. – *Physiol. Plant.* 25: 245-248.
- WIUM-ANDERSEN, S. & ANDERSEN, J.M. (1972): The influence of vegetation on the redox profile of the sediment of Grane Langsø, a Danish Lobelia lake. – *Limnol. Oceanogr.* 17: 948-952.





Priv.-Doz. Dr. Hans-Christoph Vahle
Akademie für angewandte Vegetationskunde
c/o Institut für Evolutionsbiologie und Morphologie
Stockumer Str. 10, 58453 Witten
Priv. Hollergrund 26, 44227 Dortmund
02302-926-324
0231-77649293
vahle@vegetationskun.de
www.vegetationskun.de



*Akademie für
Angewandte Vegetationskunde*