

# Der Schlossteich im Becherglas

Als nach dem Zweiten Weltkrieg der Waschmittelverbrauch stieg, gelangten jährlich Tausende Tonnen Phosphate in die Gewässer. Wie Bakterien und Algen darauf reagieren, untersuchte in den 1950er-Jahren **Hans Jürgen Overbeck**, später Direktor am **Max-Planck-Institut für Limnologie** in Plön. Entscheidende Hinweise lieferte ihm ein Teich im Park von Sanssouci in Potsdam.

TEXT **ELKE MAIER**

Für das Parkmanagement von Sanssouci war das Bassin auf der Gartenseite des Orangerieschlusses ein stetes Ärgernis: In dem zur Terrassenanlage gehörigen Wasserbecken schwamm eine dicke, grüne Algensuppe und verströmte einen Geruch, der so gar nicht zu der königlichen Umgebung passen wollte. Dabei wurde das Wasser in dem 1000 Quadratmeter großen, rund 70 Zentimeter tiefen Becken regelmäßig ausgetauscht. Einmal wöchentlich speiste eine Fontäne das Becken direkt aus der Havel. Das brachte jedoch keine Besserung – ganz im Gegenteil.

Wie viele Binnengewässer war auch die Havel seit den 1950er-Jahren übersättigt mit Nährstoffen, allen voran Phosphor. Ursache war vor allem der nach dem Krieg rapide gestiegene Verbrauch an Waschmitteln. Die darin als Enthärter enthaltenen Phosphate gelangten mit dem Abwasser direkt in Flüsse und Seen. Hinzu kam der großzügig ausgebrachte, phosphathaltige Kunstdünger, der von den Äckern und Wiesen direkt in die Gewässer gespült wurde und das Algenwachstum ankurbelte. So war die unappetitliche grüne Brühe vielerorts zu einem gewohnten Anblick geworden.

Dabei ist die Überdüngung der Gewässer – im Fachjargon Eutrophierung – längst nicht nur ein ästhetisches Problem: Nach ihrem Tod werden die Algenmassen von Myriaden von Bakterien zersetzt. Das verbraucht Sauerstoff, und im sauerstofffreien Tiefenwasser bilden sich Ammoniumionen, Methan und später auch giftige Stoffe wie Schwefelwasserstoff und Ammoniak. Kurz: Das Gewässer „kippt um“. Der Prozess verstärkt sich sogar noch selbst, denn bei Sauerstoffmangel geht auch das unlösliche Phosphat, das an Eisen gebunden im Gewässersediment abgelagert ist, wieder in Lösung und führt zu neuem Algenwachstum.

Auch wenn die Waschmittelindustrie den Zusammenhang leugnete, war bereits damals offensichtlich, dass die Eutrophierung unmittelbar mit dem Phosphateintrag zusammenhängt. Unklar war, welche biologischen und chemischen Prozesse dahinterstecken. Für einen ambitionierten jungen Wissenschaftler wie Hans Jürgen Overbeck bot das Wasserbassin im Schlosspark von Sanssouci daher ein vielversprechendes Forschungsgebiet.

Overbeck wurde im Jahr 1923 in Schwerin geboren, bekannt auch als die „Stadt der sieben Seen“. Als Jugendlicher war er von der

ursprünglichen Natur der mecklenburgischen Seenlandschaft und der Ostseeküste fasziniert. Im Jahr 1940 begann er in Rostock, Biologie und Chemie zu studieren. Mit dem Thema Phosphat kam er während seiner Tätigkeit an der Biologischen Forschungsanstalt Hiddensee in Berührung: In dem Projekt „Meeresdüngung“ ging es darum herauszufinden, ob sich mittels Phosphordüngung die Fischproduktion im Rügenschchen Bodden steigern ließ.

Durch die Zugabe von Phosphat, so hoffte man, würde das Wachstum der Algen beschleunigt und damit eine reiche Nahrungsgrundlage für das Zooplankton geschaffen – kleine, freischwimmende Krebschen, die wiederum den Fischen als Nahrung dienen. „Mehr Phytoplankton = mehr Zooplankton = mehr Fische“, lautete daher die naheliegende Vermutung, die es zu überprüfen galt.

Schon bald mussten Overbeck und seine Mitstreiter jedoch erkennen, dass die Rechnung so einfach nicht aufging: „Überraschenderweise war die Sache mit dem Phosphor und der Nahrungskette viel komplizierter, als wir erwartet hatten“, schreibt Overbeck in seinem autobiografischen Roman *Insel der Kraniche*.

Zum einen hatten die Forscher die kleinsten Zellen als erstes Glied in der Kette übersehen. Zum anderen beeinflussten im Meerwasser gelöste Eisen- und Manganverbindungen die Verfügbarkeit des Phosphors ebenso wie Sauerstoff, Schwefelwasserstoff, Temperatur und Salzgehalt.

„Große Überraschungen schon zu Beginn der Versuchsreihen, ein riesiges komplexes Ökosystem“, so Overbecks Fazit.

Als der junge Wissenschaftler nach seiner Promotion eine Stelle am Botanischen Institut der Universität Potsdam antrat, bot das Wasserbecken im Schlosspark eine gute Gelegenheit, das „Phosphor-Problem“ an einem übersichtlicheren Forschungsobjekt wieder aufzugreifen, um grundlegende Fragen zu klären.

So war etwa rätselhaft, warum sich die Algen in dem Teich prächtig vermehrten, obwohl sich im Wasser fast kein gelöstes Phosphat nachweisen ließ – die einzige Form, in der Algen Phosphor aufnehmen können. Overbeck fand heraus, dass 90 Prozent des Phosphors in Biomasse und toter organischer Substanz gespeichert waren, eingebunden in komplizierte chemische Verbindungen. Wie aber konnten ihn die Algen dann überhaupt aufnehmen und verwerten?



Vom See ins Labor: Eine Mitarbeiterin Overbecks entnimmt eine Wasserprobe, um sie anschließend am Institut zu analysieren.

Ruderpartie im Dienst der Wissenschaft: Für seine Forschung war Hans Jürgen Overbeck oft auf dem Plußsee unterwegs.



Um das herauszufinden, machten sich Hans Jürgen Overbeck und seine Kollegen daran, die Algen aus dem Orangerieteich im Labor zu züchten. Wie an der charakteristischen Zellform unschwer zu erkennen, handelte es sich dabei hauptsächlich um Grünalgen der Art *Scenedesmus quadricauda*; darüber hinaus tummelten sich in dem Becken auch noch jede Menge Bakterien.

Um diese loszuwerden, filterten die Forscher die Proben zunächst und setzten anschließend in einer Nährlösung eine reine *Scenedesmus*-Kultur an. Zu ihrem Erstaunen bekam das den Algen jedoch gar nicht gut: Im keimfreien Wasser kümmerten sie dahin und stellten die Vermehrung ein. Erst als die Wissenschaftler wieder Bakterien zusetzten, begannen die Algen kräftig zu wachsen. Die Bakterien waren also offenbar für die Nährstoffversorgung der Algen wichtig.

Welche Rolle aber spielten sie dabei? Weitere Untersuchungen lieferten die Antwort. Sie ergaben, dass die Bakterien spezielle Enzyme – sogenannte Phosphatasen – ausscheiden. Diese lösen das Phosphat aus den organischen Verbindungen heraus, sodass die Algen den Phosphor aufnehmen können. Nachdem die Forscher die Phosphatasen in reiner Form isoliert hatten, machten sie die Probe

#### FRANKFURTER RUNDSCHAU VOM 28. September 1981



Der Plußsee ist so etwas wie ein Außenlabor der Plöner Binnengewässerkundler und das Lieblingsprojekt des Institutsleiters [...] Dort draußen im Wald will er [Overbeck] sein Credo umsetzen, mit dem er Erforschung von Natur betreibt: „Ein Ökosystem ist ein Verbund, und nur ein Verbund von Wissenschaftlern kann es erforschen.“

aufs Exempel. Sie versetzten eine bakterienfreie Algenlösung mit den Enzymen. Das Experiment glückte: Die Algen gediehen, selbst wenn der Phosphor lediglich in gebundener Form verfügbar war.

Hans Jürgen Overbeck hatte damit gezeigt, dass das Algenwachstum nicht von den aktuell im Wasser messbaren Phosphorkonzentrationen abhängt. Entscheidend ist vielmehr die rasante Umsetzung des gebundenen Phosphors. Selbst ein Gewässer von der Größe des Orangerieteichs ist damit ein höchst dynamisches System, das einem rasanten Kreislauf unterliegt. Später wiesen Overbeck und sein Kollege Hans-Dieter Babenzien auch noch andere Enzyme – Amylasen und Saccharasen – nach, die den Abbau von Kohlenhydraten steuern.

„Es stellte sich später heraus, dass dieses Prinzip der Vernetzung des Stoffwechsels verschiedener Organismen im Ökosystem mittels freier Enzyme allgemeingültig ist, nicht nur für aquatische, sondern auch für terrestrische Ökosysteme“, schreibt Overbeck in seinem Roman. Die Studien im Schlosspark von Sanssouci hatten damit nicht

nur dazu beigetragen, den Phosphorkreislauf aufzuklären, sondern auch ein fundamentales ökologisches Prinzip ans Licht gebracht.

Nach seinem Erfolg am Orangerieteich wandte sich Overbeck schon bald wieder einem „richtigen“ Gewässer zu: dem Plußsee nahe Plön in der Holsteinischen Schweiz. In der DDR hatten ihm nicht nur die fehlenden technischen Möglichkeiten und die Reisebeschränkungen, sondern auch die mangelnde Geistesfreiheit zu schaffen gemacht. Im Jahr 1961 – kurz vor dem Bau der Mauer – traten er und seine Familie daher den Weg in den Westen an.

Seine neue Wirkungsstätte war die Hydrobiologische Anstalt der Max-Planck-Gesellschaft in Plön. Hier machte sich der Forscher mit seinen umfangreichen Plußsee-Studien schon bald auch international einen Namen. Im Jahr 1966 – die Hydrobiologische Anstalt war in das Max-Planck-Institut für Limnologie umgewidmet worden – wurde er zum Direktor einer neuen Abteilung „Allgemeine Limnologie“ berufen.

Im Plußsee-Projekt ging es nicht nur darum, die komplizierten Stoffkreisläufe im See aufzuklären, sondern auch darum, die pflanzliche, bakterielle und tierische Produktion zu messen, die Populationsdynamik des Planktons zu studieren und Klimaeffekte aufzuklären. Daran waren Wissenschaftler ganz unterschiedlicher Fachrichtungen beteiligt. Sie betrieben Gewässerphysik, Chemie, Biochemie, Mikrobiologie, Planktologie, Zoologie und Paläontologie ebenso wie mathematische Modellierung. Heute gehört der kleine, idyllisch im Wald gelegene See zu den am besten untersuchten Seen weltweit.

Overbecks Steckenpferd aber blieben zeitlebens die Gewässerbakterien und die biochemischen Prozesse, die sie steuern. Der Wissenschaftler, der im März 2013 kurz vor seinem 90. Geburtstag starb, gilt damit als Wegbereiter der „Aquatischen Mikrobiellen Ökologie“. Typisch für ihn war, dass er den Umweltaspekt nie außer Acht ließ. So untersuchten er und seine Mitarbeiter etwa, welche mikrobiologischen Prozesse für die Produktion und den Verbrauch von Methan im Gewässer ursächlich sind. Die Studien lieferten damit wichtige Grundlagen für unser Verständnis, welche Rolle Methan beim Klimawandel spielt.

Overbecks Erkenntnisse zum Phosphorkreislauf flossen ein, als weltweit nach Wegen gesucht wurde, um die Gewässereutrophierung zu bekämpfen. In den 1970er-Jahren erbaute das Max-Planck-Institut in Lütjenburg bei Plön eine der ersten deutschen Pilotanlagen einer sogenannten dritten oder chemischen Reinigungsstufe. Sie ermöglichte es, die Phosphate mit Eisensalzen auszufällen, und funktionierte bereits so gut, dass 90 Prozent des Phosphats entfernt wurden. Das Verfahren setzte sich durch: Heute verfügen Kläranlagen in Deutschland standardmäßig über eine mechanische, eine biologische und eine chemische Reinigungsstufe.