

## **Der Nationalpark Unteres Odertal - ein Schutzgebiet auch für Mikroben**

### **Erschienen in:**

Nationalpark-Jahrbuch Unteres Odertal (4), 8-14

### **1. Einleitung**

Ein Nationalpark wird typischerweise als besonders schützenswertes Gebiet hinsichtlich von Tier- oder Pflanzengesellschaften oder von Naturmonumenten betrachtet. Auch im Auennationalpark Unteres Odertal steht der Schutz der speziellen Landschaft mit ihren typischen Lebensgemeinschaften von an die periodischen Überflutungen angepassten Tieren und Pflanzen im Mittelpunkt der Betrachtungen. Die Region des Nationalparks ist seit vielen Jahren Gegenstand intensiver Forschung hinsichtlich der Ökologie und Vielfalt insbesondere von Tieren und Pflanzen. Besonders bekannt sind die vielen Beobachtungen zu Vögeln und Blütenpflanzen, die im Lauf der Jahre auch unter intensiver Beteiligung von vielen Hobbyornithologen und -botanikern, ohne deren Engagement unser derzeitiger Wissensstand nicht denkbar wäre, dokumentiert wurden.

Zum Vorkommen von kleineren Organismen, insbesondere solchen, die man erst mit einer Lupe oder einem Mikroskop sehen kann, gibt es meist viel weniger Untersuchungen. An die kleinsten Lebensformen, die Bakterien, wird im Zusammenhang mit der Unterschutzstellung von Landschaften und Lebensräumen gar nicht erst gedacht. Die Erhaltung von natürlichen Lebensräumen bedeutet aber immer auch Erhaltung von vielen unterschiedlichen kleinen Habitaten für Bakterien. Ein Nationalpark wie der Nationalpark Unteres Odertal ist aus Sicht der Mikroorganismen besonders wichtig, da in diesem Auennationalpark ungewöhnlich viele unterschiedliche Kleinlebensräume erhalten werden und nebeneinander existieren können. Aufgrund der Flutung großer Flächen des Auengebiets im Winter stehen die verschiedenen Kleingewässer in dieser Zeit direkt miteinander in Verbindung. Außerhalb der Überflutungsperioden findet allerdings immer noch ein Wasser- und Stoffaustausch zwischen den kleinen Gewässern und den Kanälen statt, und zwar über das Grundwasser. Mit dem Grundwasser werden aus den feuchten Böden sowohl chemische Substanzen als auch Mikroorganismen in die Fließgewässer eingespült.

Aufgrund der großen Vielfalt an Lebensräumen, die oft ganz eng benachbart vorkommen, konnte eine große Vielfalt von Tieren und Pflanzen im Gebiet des Nationalparks nachgewiesen werden. Diese Vielfalt erstreckt sich auch in den mikroskopischen Bereich, was durch Untersuchungen an Algen und mikroskopisch kleinen Tieren gezeigt werden konnte. Die Vielfalt der kleinsten im Nationalpark vorkommenden Organismen, der Bakterien, wurde bisher aber kaum untersucht. Aufgrund der unterschiedlichen und ungewöhnlichen Habitats, die der Nationalpark bietet, war jedoch die Vermutung begründet, dass eine große Vielzahl von Bakterien hier gute Lebensbedingungen finden könnte. Bei ersten Untersuchungen im Rahmen von Exkursionen mit Studenten der Technischen Universität Berlin wurde diese Vermutung bestätigt. Im Laufe dieser Untersuchungen ergaben sich Hinweise auf eine ganz be-

sondere Struktur der Mikroorganismengemeinschaft, wobei Eisenbakterien eine besonders herausragende Rolle zu spielen scheinen.

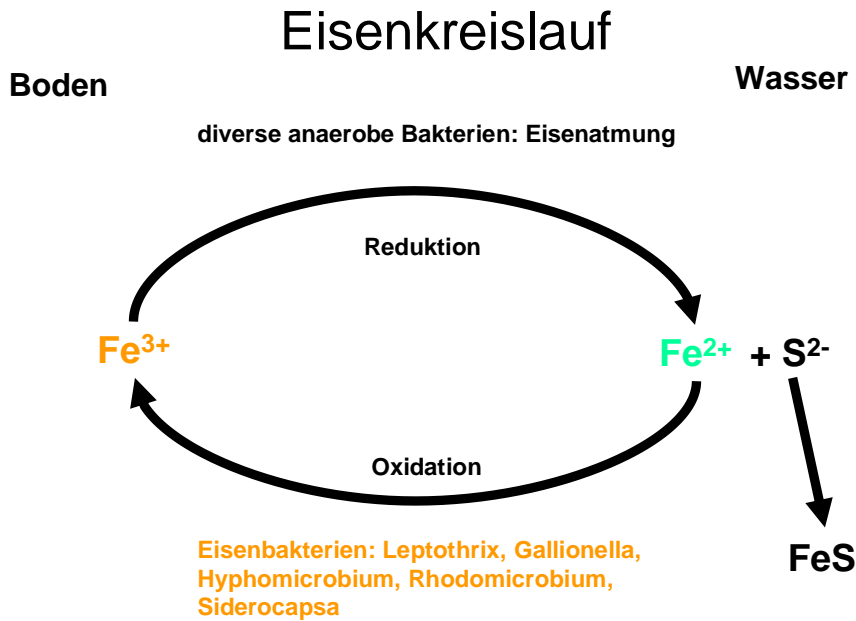
Das Vorkommen von Eisenbakterien, nicht als wissenschaftlich interessante Bakteriengruppe, sondern als ein praktisches Problem bei der Trinkwassergewinnung ist in der Umgebung von Schwedt seit langem bekannt, da bei der Gewinnung und Nutzung von Grundwasser Eisenausfällungen auftreten. Eisenbakterien können aber auch aktiv genutzt werden in sog. Enteisenungsfiltern, um bei der Aufbereitung des Grundwassers das im Wasser gelöste Eisen zu entfernen. Diese Bakterien, die in den Enteisenungsfiltern leben, spielen auch in der Natur an den Stellen, wo Grundwasser an die Oberfläche tritt oder sich mit Oberflächenwasser mischt, eine große Rolle.

## **2. Vorstellung des Forschungsprojekts**

Aufgrund der interessanten Ergebnisse der Voruntersuchungen hinsichtlich der Vielfalt der im Nationalpark vorkommenden Bakterien wurde ein vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördertes großes Verbundprojekt gestartet, das zum ersten Mal eine umfangreiche Untersuchung der Mikroorganismen im Nationalpark Unteres Odertal ermöglichen soll. An dem Projekt sind die TU Berlin, die TU Dresden sowie zwei Firmen beteiligt.

Ziel des Projektes ist es, die ungewöhnlich vielfältigen Mikroorganismenpopulationen im Nationalpark zu charakterisieren. Einen besonderen Schwerpunkt bildet dabei die Untersuchung von Eisenbakterien. Eisenbakterien oxidieren reduziertes Eisen ( $\text{Fe}^{2+}$ ) und sind damit ein wichtiger Teil des Eisenkreislaufes (Abb. 1). Im Nationalpark gibt es durch die Überflutungen anaerobe Zonen im Boden, in denen sich  $\text{Fe}^{2+}$  bilden kann. Sobald das im Wasser gelöste  $\text{Fe}^{2+}$  aerobe Zonen erreicht, können die Eisenbakterien mit der Oxidation beginnen und braune Eisenoxide abscheiden. Eisenbakterien sind auch deshalb interessant, da sie komplexe natürliche Substanzen, wie die Huminstoffe, abbauen können. Es wird daher vermutet, dass sie ein sehr großes Potential zum Abbau verschiedenster Umweltkontaminationen haben könnten.

Die an dem Projekt beteiligten Institute und Firmen haben nun aber nicht nur vor, die Organismen zu identifizieren und zu beschreiben, sondern es soll gezielt nach interessanten, neuen Organismen gesucht werden, die in der modernen Biotechnologie eingesetzt werden könnten. Außerdem sollen einfach anzuwendende und schnell durchzuführende Nachweisverfahren für Eisenbakterien entwickelt werden, um in Zukunft die Probleme mit Eisenausfällungen (Verockerung) in Trink- und Brauchwassersystemen frühzeitig erkennen und spezifisch bekämpfen zu können.



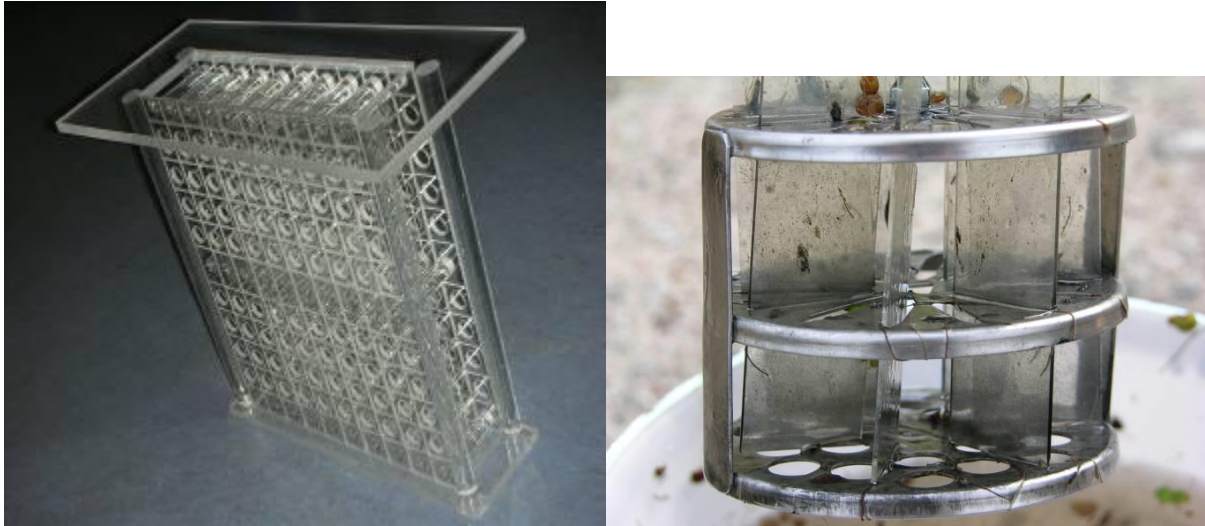
**Abb. 1:** Der Eisenkreislauf

Oxidiertes, dreiwertiges Eisen ( $\text{Fe}^{3+}$ ) kann von diversen anaeroben Bakterien als alternativer Elektronenakzeptor verwendet werden. Diese Reaktion nennt man daher auch Eisenatmung. Das dreiwertige Eisen wird dadurch zum zweiwertigen Eisen ( $\text{Fe}^{2+}$ ) reduziert. Bei Vorhandensein von Sulfid ( $\text{S}^{2-}$ ) kann sich schwerlösliches, schwarzes Eisensulfid ( $\text{FeS}$ ) bilden. Die Eisenbakterien sind in der Lage, im Wasser gelöstes  $\text{Fe}^{2+}$  zu oxidieren. Dabei bilden sich braune Eisenoxide.

## 2.1 Material und Methoden

In dem Projekt sollen nicht nur Bakterien charakterisiert werden, die frei im Wasser schwimmen, sondern v. a. solche Bakterien, die an Oberflächen anheften. Mikrobielle Lebensgemeinschaften an Oberflächen werden als Biofilme bezeichnet.

Zur Untersuchung der Biofilme werden zum einen natürliche Oberflächen (Steine, Pflanzen) in den Gewässern des Nationalparks herangezogen. Die Oberflächen werden abgeschabt und die Proben unter dem Mikroskop ausgewertet. Das Problem bei dieser Art der Probenahme ist jedoch, dass die räumliche Struktur der Biofilme dabei verloren geht und daher keine Aussagen zu Interaktionen der Mikroorganismen gemacht werden können. Daher wird in dem Projekt eine weitere Methode zur Biofilmgewinnung eingesetzt. Glas-Objektträger für die Mikroskopie werden in speziellen Hängevorrichtungen (siehe Abb. 2 a, b) im Gewässer exponiert. Die sich darauf entwickelnden Biofilme können dann in ihrer ursprünglichen räumlichen Anordnung direkt unter dem Mikroskop betrachtet werden. Ein weiterer Vorteil dieser Methode ist, dass durch unterschiedliche Expositionszeiten im Gewässer die Sukzession der Mikroorganismenpopulationen bei der Besiedelung der Oberflächen verfolgt werden kann.

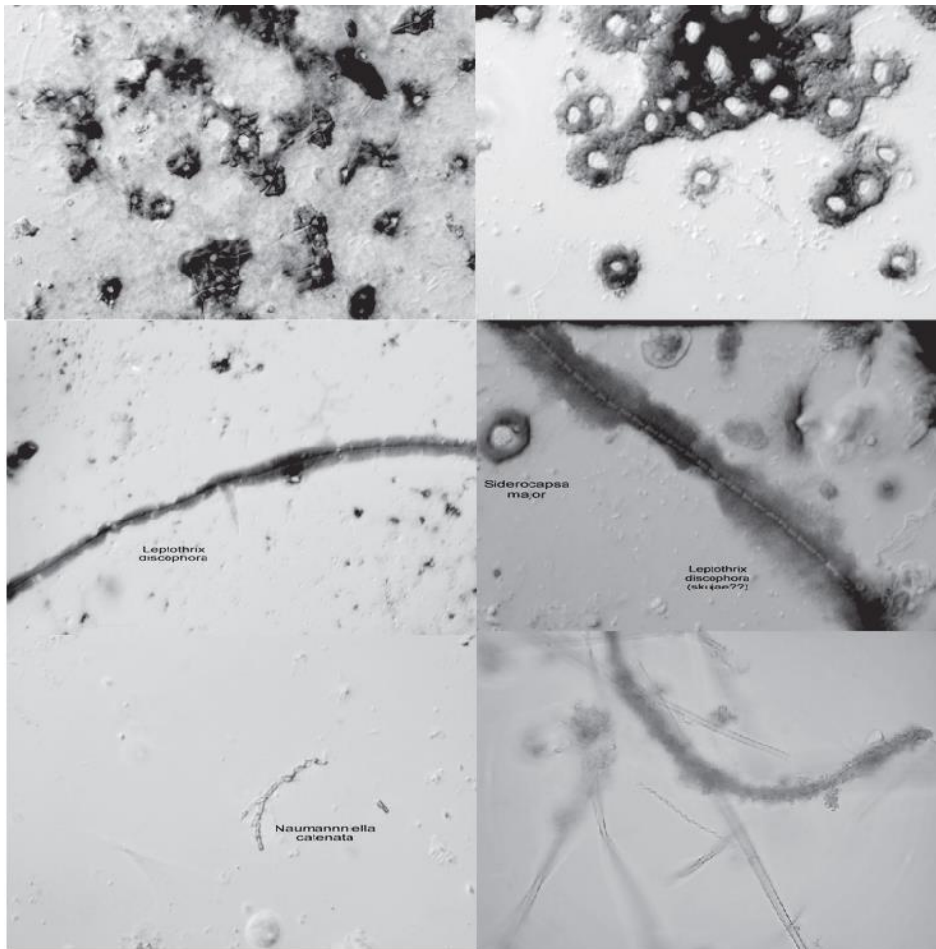


**Abb. 2 a, b:** Unterschiedliche Vorrichtungen zur Exposition von Glas-Objektträgern

Neben der mikroskopischen Untersuchung der Biofilme werden in dem Projekt umfangreiche molekularbiologische Untersuchungen durchgeführt mit dem Ziel, die Lebensgemeinschaften in den Biofilmen zu charakterisieren (Klonierung des 16S rDNA Gens, Sequenzierung, phylogenetische Stammbäume, DGGE). Diese Untersuchungen sind auch die Basis zur Entwicklung von Analyseverfahren, um bestimmte Bakterientypen, z. B. Eisenbakterien schnell, spezifisch und quantitativ nachzuweisen.

Um das Potential neu entdeckter Bakterien für die Biotechnologie zu nutzen, ist eine molekularbiologische Charakterisierung nicht ausreichend, sondern die Bakterien müssen kultiviert werden. Erst dann sind Untersuchungen zu Stoffwechsellleistungen und die Überprüfung der möglichen Nutzung der neuen Organismen für biotechnologische Prozesse möglich. Daher werden in dem Projekt unterschiedliche Verfahren zur Kultivierung ungewöhnlicher Bakterien entwickelt.

Außerdem finden in dem Projekt Experimente statt, die das Abbaupotential der natürlichen mikrobiellen Lebensgemeinschaften sowie von neu isolierten Bakterien genauer untersuchen.



**Abb. 3:** Mikroskopische Aufnahmen von verschiedenen Eisenbakterien aus den Gewässern des Nationalparks Unteres Odertal (obere Reihe: *Siderocapsa solitaria*, mittlere Reihe und unten rechts: verschiedene *Leptothrix*-Arten, unten links: *Naumanniella*).

## 2.2 Erste Ergebnisse

Das Projekt steht noch ganz am Anfang, trotzdem gibt es bereits erste interessante Ergebnisse.

Die herausragende Rolle von Eisenbakterien, die bereits bei den Voruntersuchungen vermutet wurde, hat sich auch in den Biofilmuntersuchungen bestätigt. Die im Wasser exponierten Glas-Objektträger waren innerhalb kürzester Zeit von einer dicken, braunen Schicht überzogen, und im mikroskopischen Bild zeigte sich eine Vielzahl von unterschiedlichen Eisenbakterien (Abb. 3).

Auch bei der molekularbiologischen Charakterisierung der Mikroorganismenpopulationen gibt es erste Ergebnisse. Die ersten Auswertungen der Klonierungsansätze bestätigen die Vermutung, dass es im Nationalpark eine ungewöhnlich hohe Diversität von Bakterien gibt, darunter ein hoher Anteil bisher unbekannter und noch nicht kultivierter Bakterien.

## 3. Ausblick

Die Ergebnisse des Forschungsprojektes sind nicht nur mikrobiologisch interessant hinsichtlich der Charakterisierung der mikrobiellen Diversität und ungewöhnlicher Bakterien, sondern haben in mehrerer Hinsicht auch umwelthygienische und biotechnologische Bedeutung.

Der Nationalpark mit seinen zeitweisen Überflutungen hat nicht nur eine wichtige Funktion für den Erhalt seltener Tier- und Pflanzenarten, sondern er dient auch als ein naturnahes Reinigungssystem („Flächenfilter“) für das Wasser der Oder und der HF-Wasserstraße. Die Charakterisierung der Mikroorganismenpopulationen und deren Abbauleistungen kann dazu beitragen, die Nutzung der natürlichen Selbstreinigungsmechanismen von Flüssen und benachbarten, vom Fluss beeinflussten Systemen (z. B. Auen oder Altarme) besser zu verstehen und zu optimieren.

Die ungewöhnlichen, neuen Bakterien, die in dem Projekt isoliert und charakterisiert werden, werden hinsichtlich ihres Potentials zur Nutzung in der Biotechnologie überprüft. Dies betrifft z. B. die Produktion neuer pharmakologischer Wirkstoffe oder den Abbau von Schadstoffen in der modernen Umweltbiotechnologie.

Die Eisenbakterien sind nicht nur wegen ihres vermuteten hohen Abbaupotentials interessant, sondern auch weil sie nicht nur in natürlichen Habitaten sondern auch in technischen Systemen durch Eisenoxidation zu Eisenausfällungen führen und damit Verstopfungen auslösen können. Die Ergebnisse des Forschungsprojektes werden wichtige Daten und Erkenntnisse liefern, die zum Nachweis und letztendlich zur Entwicklung von Prozessen mit reduzierter Verockerungsproblematik beitragen.

## **Danksagung**

Dem BMBF danken wir für die finanzielle Förderung des Verbundprojektes und dem Forschungsschwerpunkt ALSTEP der TU Berlin für die Unterstützung bei der Antragstellung und Koordinierung von Tagungen. Unser ganz besonderer Dank gilt den Mitarbeitern der Nationalparkverwaltung, der Naturwacht und der Wildnisschule für ihre stetige Unterstützung.

Anschrift der Verfasser:

PROF. DR. ULRICH SZEZYK

Technische Universität Berlin, Fachgebiet Umweltmikrobiologie

Franklinstraße 29

10587 Berlin

E-Mail: Ulrich.Szewzyk@TU-Berlin.de

DR. REGINE SZEZYK, Umweltbundesamt Berlin