



Cyanobakterien - Fluch oder Segen? - Auswirkungen auf die Thülsfelder Talsperre



Abb. a



Abb. b



Abb. c



Abb. d

Verfasserin: Kira Greten

Seminarfach: Forschungen zu Stickstoffbelastungen

Seminarfachlehrkraft: Frau Bunjes

Schuljahr: 2019/2020

Abiturjahrgang: 2021

Abbildungsverzeichnis

Abbildung a: Luftbild der Thülsfelder Talsperre (NLWKN, o.J., S. 3).....	Deckblatt
Abbildung b: Cyanobakterien im Wasser https://www.in-online.de/Lokales/Lauenburg/Blaualggen-Badewarnung-fuer-gesamten-Ratzeburger-See	Deckblatt
Abbildung c: Baden verboten Schild https://www.neckar-chronik.de/Nachrichten/Behoerde-Badeverbote-am-Rhein-werden-haeufig-ignoriert-462613.html	Deckblatt
Abbildung d: Cyanobakterien https://ita.nctodo.com/cyanobacteria-blue-green-algae-how-to-remove-it-from-aquariums	Deckblatt
Abbildung 1: Übersichtskarte Thülsfelder Talsperre.....	Im Anhang
Abbildung 2: Kläranlagen im Einzugsgebiet der Thülsfelder Talsperre.....	S.9
Abbildung 3: Nordufer.....	Im Anhang
Abbildung 4: Ostufer.....	Im Anhang
Abbildung 5: Westufer.....	Im Anhang
Abbildung 6: Südufer.....	Im Anhang
Abbildung 7: Cyanobakterien in der Thülsfelder Talsperre.....	Im Anhang
Abbildung 8: Biomasse der Phytoplanktongroßgruppen.....	Im Anhang

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Was sind Cyanobakterien?	2
2.1	Entstehung und Aufbau.....	2
2.2	Eigenschaften	3
2.3	Vorkommen.....	5
3	Cyanobakterien - Fluch oder Segen?.....	5
3.1	Negative Aspekte.....	5
3.2	Positive Aspekte	7
4	Regionaler Bezug zur Thülsfelder Talsperre	8
4.1	Vorstellung des Untersuchungsgewässers.....	8
4.2	Cyanobakterien in der Thülsfelder Talsperre	10
4.3	Maßnahmen	11
5	Fazit	12

1 Einleitung

Gerade im Sommer laden eine Vielzahl an Seen Urlauber und auch Einheimische zum Baden ein. Herrschen jedoch über einen längeren Zeitraum sehr hohe Temperaturen ist der Badespaß in vielen Fällen auch schnell wieder vorbei.

Immer häufiger werden Gewässer abgesperrt und mit Schildern versehen, die das Baden ausdrücklich verbieten. Und warum das Ganze? Den Auslöser stellen dabei die sogenannten Cyanobakterien oder im Volksmund auch besser bekannt als Blaualgen dar. Sie bilden grüne Teppiche auf den Gewässern und vermehren sich bei den hohen Temperaturen enorm schnell. Persönlich betraf mich dieses Problem auch schon mehrfach. Die Thülsfelder Talsperre, welche ich im Sommer gerne zum Baden besuche, musste schon in vielen Jahren den Badebetrieb einstellen. Vor allem an heißen Tagen stellt eine solche Schließung einen großen Verlust dar.

Für mich kam jedoch umso mehr die Frage auf warum die Cyanobakterien sich überhaupt als ein so großes Problem erweisen. Bis zu meiner Recherche habe ich natürlich nur Negatives mit den Bakterien verbunden. Dieses bestätigten sich auch hinsichtlich des Gefährdungspotenzials für Menschen und Tiere aber auch hinsichtlich der schlechten Wasserqualität. Setzt man der Recherche jedoch einen ganz anderen Schwerpunkt, wird deutlich, dass die Cyanobakterien nicht nur die lästigen Blaualgen sind, die einem im Sommer den Badespaß verderben. Man erlangt einen anderen Blickwinkel, der auch die positiven Dinge behandelt. Cyanobakterien besitzen eine große biologische Bedeutung und stellen ein enormes Potenzial für die Forschung dar. Ihr Forschungsbereich ist vielfältig und beschäftigt vor allem mit den Feldern Ökologie, Evolution und Zell- und Molekularbiologie. So entwickelte sich auch die eigentliche Frage meiner Facharbeit. Und zwar inwiefern Cyanobakterien einen Fluch oder Segen, sowohl für Menschen und Tiere als auch für das gesamte Ökosystem darstellen. Mir ist es besonders wichtig, beide Standpunkte aufzuzeigen und so jedem den Raum zur eigenen Urteilsbildung zu schaffen. Allgemein sehe ich ein großes Diskussionspotenzial bezüglich meiner Forschungsfrage, da eine Reihe von verschiedenen Interessensgruppen angesprochen werden. Es gibt sowohl Menschen, die ihren Vorteil aus den Bakterien ziehen als auch diejenigen, die nachteilig davon betroffen sind.

Im Rahmen meiner Facharbeit versuche ich Ihnen die Thematik nahe zu bringen und auch die Möglichkeit zu geben, ihre Betrachtung auch einmal auf die positiven Dinge dieser besonderen Bakterien zu lenken. Zunächst folgt eine kurze Einführung. Es wird erst einmal erklärt, was Cyanobakterien überhaupt sind, wo sie vorkommen und welche Eigenschaften sie besitzen. Im weiteren Verlauf wird die Frage: Cyanobakterien - Fluch oder Segen?, durch die Auflistung positiver und negativer Aspekte geklärt. Anschließend wird Bezug zur Thülsfelder Talsperre genommen und das Auftreten der Bakterien an diesem Beispielgewässer deutlich gemacht. Zum Ende hin werde ich selber Stellung nehmen und dabei meine aufgestellte Forschungsfrage für mich beantworten.

2 Was sind Cyanobakterien?

2.1 Entstehung und Aufbau

Cyanobakterien existierten schon vor über drei Milliarden Jahren und gehören somit zu den ältesten bekannten Organismen der Welt. Die ersten den Cyanobakterien ähnelnden Fossilien fand man in ungefähr 3,5 Milliarden Jahre alten Stromatolithen¹ (Duden Learnattack GmbH, 2010).

Cyanobakterien sind Mikroorganismen, die einen prokaryotischen Zellaufbau besitzen. Sie werden als „Gram-negativ“ bezeichnet. Anders als bei den „Gram-positiven“ Bakterien, deren Zellwand oft dicker ist und aus mehreren Schichten einer einzigen Art von Molekülen besteht, hat die Zellwand der „Gram-negativen“ Organismen eine vielschichtige und komplexere Struktur (Tönjes, 2010). Es sind sowohl einzellige (z. B. Synechococcus) als auch filamentöse Formen (z. B. Oscillatoria, Nostoc) bekannt (Tetsch, 2016). Innerhalb dieser Typen herrscht eine enorme Formenvielfalt. So bilden die Cyanobakterien mit weltweit ca. 2000 verschiedenen Arten eine eigene Gruppe innerhalb der Domäne der „Bacteria“ (Tetsch, 2016).

Die Zuordnung zu der Klasse der Bakterien galt jedoch nicht schon immer. Früher wurden die Cyanobakterien den Algen zugeordnet, was an einer Vielzahl morphologischer und physiologischer Merkmale lag (Spektrum, 1999).

So ist der strukturelle Aufbau eines Cyanobakteriums ähnlich dem Aufbau eines Chloroplasten, welcher ein Bestandteil der Algenzelle ist. Diese Ähnlichkeit lässt sich jedoch mithilfe der Endosymbiontentheorie erklären. Nach dieser Theorie, der Entstehung der

¹ Schichtförmig aufgebaute Sedimentgesteine (Duden Learnattack GmbH, 2010)

Eukarya, gelten die früheren Cyanobakterien als Vorläufer der Chloroplasten der Eukaryoten. So hat ein größerer Eukaryot symbiontisch einige Cyanobakterien aufgenommen, woraus später die Chloroplasten hervorgingen.

Weitere molekularbiologische Untersuchungen ergaben den prokaryotischen Zellaufbau und die Zusammensetzung der DNA, was letztendlich zur Zuordnung zu den Bakterien führte (Duden Learnattack GmbH, 2010).

Innerhalb der verschiedenen Arten weisen die Cyanobakterien Unterschiede in Form, Größe und ihren Bestandteilen auf. So reicht ihre Zellform von kugelig bis Stäbchen- und fadenförmig (Duden Learnattack GmbH, 2010). In der Größe variieren sie zwischen bakterientypischen Durchmessern von 0,5-1 μm bis hin zu 60 μm (z. B. bei der Art *Oscillatoria princeps*) (Tönjes, 2010, S.4).

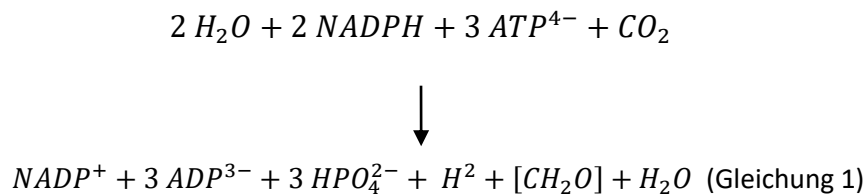
Alle Cyanobakterien enthalten eine Form von Chlorophyll, das Chlorophyll a. Des Weiteren verfügen sie über charakteristische Biliproteinepigmente, die sogenannten Phycobiline. Der Gehalt und die Art dieser Pigmente bestimmt über die Färbung der Cyanobakterien (Spektrum, 1999).

2.2 Eigenschaften

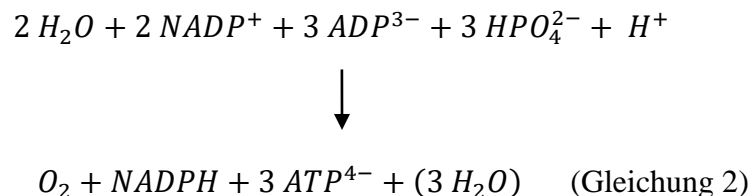
Cyanobakterien weisen ein großes Farbspektrum auf, somit ist die Färbung der Arten ganz unterschiedlich. Phycocyanine sind bläuliche Farbpigmente, die zusammen mit dem Chlorophyll a für die blaue oder blaugrüne Farbe der Bakterien sorgen. Durch diese häufig auftretende Farbgebung und ihrer Ähnlichkeit zu den Algen wurden die Cyanobakterien früher als „Blualgen“ bezeichnet. Jedoch existieren auch Arten, die anstelle der Phycocyanine, Phycoerythrin produzieren. Dieses Phycoerythrin ist ein rotes Phycobilin und bewirkt somit eine rote oder braune Färbung der Bakterien (Spektrum, 1999).

Die meisten Cyanobakterien sind photoautotrophe Organismen. Sie besitzen die Fähigkeit Licht, als Energiequelle zu nutzen und aus Kohlenstoffdioxid (CO_2) und Wasser (H_2O) Kohlenhydrate aufzubauen. Die dabei produzierten Kohlenhydrate werden wiederum von den Organismen als Energiequelle genutzt. Als Nebenprodukt entsteht außerdem noch Sauerstoff (O_2). Dieser Prozess wird als oxygene Photosynthese bezeichnet.

net. Die Photosynthese ist in zwei Hauptprozesse unterteilt. Bei der *Dunkelreaktion* wird Kohlendioxid zu Kohlenhydraten umgewandelt (Gleichung 1).



Dieser Prozess ist stark endergonisch. Neben der Reduktionsäquivalenten NADPH muss Energie durch die Hydrolyse von ATP zugeleitet werden, um die Reaktion zu intensivieren. Mithilfe der *Lichtreaktion* wird NADPH und ATP erzeugt (Gleichung 2).



Die beiden Photosysteme laufen nacheinander ab und nutzen Wasser als Elektronen-Donor² (Jordan, 2001).

Eine weitere besondere Fähigkeit, die die Cyanobakterien besitzen, ist die Stickstofffixierung. Stickstoff kann in verschiedenen gebundenen Formen, wie z. B. Nitrat- oder Ammonium – Ionen von den Bakterien aufgenommen werden. Die größte Stickstoffquelle stellt jedoch der molekulare Stickstoff (N₂) dar (Tönjes, 2010, S. 6).

Der aufgenommene Stickstoff wird von den Bakterien zu Ammonium (NH₄⁺) umgewandelt. Diese Reaktion wird von dem Enzymkomplex Nitrogenase katalysiert und ist sehr energieintensiv (Tetsch, 2016, S. 326). Jedoch wird die Nitrogenase durch Sauerstoff gehemmt, wodurch eine räumliche oder zeitliche Trennung zur oxygenen Photosynthese erfolgen muss (Tönjes, 2010, S.7). Die räumliche Trennung wird durch die sogenannten Heterocysten gewährt. Diese besitzen nicht die Fähigkeit zur sauerstoffproduzierenden Photosynthese und hindern das Enzym am Kontakt mit der Umwelt. In ihnen kann die Stickstofffixierung somit ungehindert ablaufen (Tetsch, 2016, S. 326).

² Teilchen, das Elektronen abgeben kann

Die sogenannten vegetativen Zellen besitzen keine Heterocysten. In ihnen laufen beide Prozesse der Photosynthese ab (Kentemich, 1990, S.13). Hier muss die zeitliche Trennung der beiden Systeme zum Einsatz kommen. Somit ereignet sich die Stickstofffixierung meist nachts. Zu diesem Zeitpunkt steht keine Lichtenergie zur oxygenenen Photosynthese zur Verfügung, wodurch die zeitliche Trennung gewährleistet wird (Tönjes, 2010, S.7).

2.3 Vorkommen

Cyanobakterien weisen eine enorme ökologische Diversität auf. Durch ihre hohe Resistenz gegenüber Hitze, Kälte und Salz (Duden Learnattack GmbH, 2010) sind sie in der Lage, in extremen Lebensräumen zu existieren. Sie treten daher in den verschiedensten ökologischen Nischen des terrestrischen und marinen Lebensraums sowie des Brack- und Süßwassers auf. Durch diese Merkmale lässt sich schlussfolgern, dass die Cyanobakterien eine hohe Anpassungsfähigkeit besitzen (Falch, 1996, S.311).

Cyanobakterien treten oft mit anderen Organismen, wie Bakterien, Pilzen, Algen und höheren Pflanzen in Verbindung auf. Sie wachsen auf Oberflächen von Steinen, dem Erdboden, auf Baumrinden und auf Hauswänden und Dächern (Falch, 1996, S.311). In vielen Meeren und Seen bilden sie mit den Grünalgen und anderen Mikroorganismen das Phytoplankton. Trotz ihrer sehr hohen Anpassungsfähigkeit sind sie bei einem pH-Wert < 4 in Süßwasser und terrestrischen Umgebungen nicht vorzufinden (Tönjes, 2010, S.6).

Sie können sowohl bei oxischen als auch anoxischen Umweltbedingungen existieren. Bei anoxischen Bedingungen können einige Arten anstatt Wasser, Schwefelwasserstoff als Elektronen-Donor verwenden und somit zur anoxischen Photosynthese wechseln (Tönjes, 2010, S.6).

3 Cyanobakterien - Fluch oder Segen?

3.1 Negative Aspekte

Dass Cyanobakterien Nachteile mit sich bringen, ist vermutlich vielen bekannt. Auch wenn die Auswirkungen nicht im Detail klar sind, hat der ein oder andere bestimmt schon einmal etwas von einem gesperrten Badegewässer aufgrund von den sogenannten Blaualgen gehört.

Die Cyanobakterien beeinflussen sehr stark die Qualität des Wassers in Flüssen, Seen und sogar im Meer. Der Grund dafür liegt in der massenhaften Vermehrung dieser Bakterien. Durch ungeschlechtliche Zellteilung, was bedeutet, dass eine Bakterienzelle sich in zwei erbgleiche Zellen teilt, verläuft die Fortpflanzung der Cyanobakterien extrem schnell (Pruß, 2019).

Dieses Wachstum wird durch die Überversorgung an Nährstoffen, also der Eutrophierung des Gewässers, stark angeregt (Pruß, 2019). Vor allem im Sommer aufgrund der hohen Temperaturen kommt es zu dem übermäßigen Wachstum (Forschungsbund Berlin e. V., 1999). Nährstoffe, wie z. B. Nitrate und Phosphate, die bei der Düngung von Feldern zum Einsatz kommen, gelangen durch Auswaschung nach Regen oder direkten Eintrag in das Gewässer (Pruß, 2019). Auch Kläranlagen stellen in dieser Hinsicht ein weiteres Problem dar. Sie sind nicht in der Lage ausnahmslos alle Nährstoffe aus dem Abwasser zu entfernen und tragen somit ebenfalls zur Überversorgung bei (Kempkens, 2016). Hinzu kommt, dass auch bei der Zersetzung abgestorbener Pflanzenreste weitere Nährstoffe freigesetzt werden.

Das Absterben einer großen Menge an Organismen bedeutet nicht nur bezüglich der Nährstoffe ein großes Problem. Durch ihre Zersetzung wird zudem ein sehr großer Teil des Sauerstoffes aus dem Gewässer gebunden, was letztendlich zu einem enormen Sauerstoffmangel führt. Dieser Sauerstoffmangel hat zur Folge, dass viele Lebewesen, wie Fische, Krebse und Insektenlarven nicht mehr ausreichend versorgt werden und sterben. Da viele dieser Lebewesen eine Nahrungsquelle für andere Lebewesen darstellen, wird die Nahrungskette gestört. Diese Störung bedeutet eine große Gefahr für die gesamte Gewässerökologie (Pruß, 2019).

Bei der Forschung an den Cyanobakterien konnte festgestellt werden, dass unterschiedliche Gifte (Toxine) durch die Bakterien gebildet werden. Diese stellen vor allem eine Gefahr für Menschen, Tiere und Pflanzen dar (Forschungsverbund Berlin e. V., 1999). Die Zahl an produzierten Giftstoffen ist groß. Die Art *Aphanizomenon flos aquae* stellt Toxine her, die den Anatoxinen zugeordnet werden. Diese Giftstoffe sind in der Lage, das Nervensystem von Menschen und Tieren zu lähmen. Des Weiteren kann die Leber durch Toxine, wie *Cylindrospermopsin*, *Nodularin* und *Microcystin* stark geschädigt werden. Diese Gefahren treten dann auf, wenn die Toxin produzierenden Cyanobakterien z. B. durch Verschlucken von belastetem Wasser direkt in den Körper gelangen.

Vor allem dort, wo hauptsächlich Oberflächenwasser als Trinkwasser genutzt wird, entsteht ein hohes Risiko einer Vergiftung. So starben 1996 rund 60 Dialyse-Patienten in Caruaru (Brasilien). Der Grund für diese Vielzahl an Todesfällen war das durch Cyanotoxine verseuchte Wasser (Ernst & Dietrich, 2001, S. 217).

Durch die Bildung eines giftigen Schaums an der Oberfläche von Gewässern (Koenigswald, Braun & Pfeiffer, 2004), steigt die Gefahr mit dem belasteten Wasser in Berührung zu kommen. Schon der direkte Hautkontakt kann zu Beschwerden führen. So können nach dem Kontakt schwere Haut- und Schleimhautreizungen, Bindehautentzündungen und Ohrenschmerzen sowie Übelkeit, Durchfall und Erbrechen, Gliederschmerzen, Atemwegserkrankungen und allergische Reaktionen auftreten (Umweltbundesamt, 2015).

3.2 Positive Aspekte

Dass Cyanobakterien viele Vorteile mit sich bringen und dass wir ihnen unser Leben auf der Erde verdanken, wissen nur die Wenigsten.

Als vor rund 4,5 Milliarden Jahren unsere Erde entstand, lag Sauerstoff nur gebunden in Mineralien und Kohlenstoffdioxid vor und gelangte somit nicht in die Atmosphäre. Erst durch die Entstehung der Cyanobakterien vor 3,5 Milliarden Jahren kam zum ersten Mal Sauerstoff im gasförmigen Zustand auf der Erde vor. Dieser wurde, aufgrund der oxygenen Photosynthese, einer Eigenschaft der Bakterien, als Nebenprodukt freigesetzt. Nur durch diesen Prozess wurde es möglich, dass höheres Leben auf der Erde entstehen konnte. So entwickelten sich vor ca. 1,5 Milliarden Jahren die ersten Lebewesen im Wasser (Trieloff, 2008).

Vor 700 Millionen Jahren begann sich die Ozonschicht zu entwickeln, welche die Lebewesen fortan vor ultravioletter Strahlung schützen sollte. Somit konnte auch die Entwicklung des Lebens an Land beginnen (Trieloff, 2008).

Demnach haben Cyanobakterien einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung unserer sauerstoffhaltigen Atmosphäre und somit auch zum Leben jedes einzelnen geleistet.

Die zweite Eigenschaft der Bakterien, atmosphärischen Stickstoff zu fixieren, stellt einen weiteren großen Vorteil dar. Durch die Stickstofffixierung wird der Stickstoff in Formen umgewandelt, die für Tiere und Pflanzen verwendbar sind.

Vor allem zur Düngung landwirtschaftlicher Flächen kommt diese Eigenschaft zum Einsatz (Zeck, 2001, S.3). So auch beim Reisanbau in tropischen Regionen. Hier werden die Cyanobakterien seit mindestens 1500 Jahren eingesetzt.

Ein bestimmter Algenfarn, der Azolla, wächst gemeinsam mit den Reispflanzen auf den Feldern. Der Azolla lebt in Symbiose mit einer stickstofffixierenden Cyanobakterienart, der *Anabaena azollae*. In den Blatthöhlen des Farns wird von den Bakterien rund 20-mal mehr Stickstoff fixiert, als in freilebender Form. Nach der Kompostierung der abgestorbenen Pflanzen landen 95% des fixierten Stickstoffs im Boden. Die restlichen 5% erreichen die Reispflanzen direkt über das Wasser. Dieser Stickstoff sorgt schlussendlich für eine 50% höhere Reisausbeute (Tetsch, 2016, S.326).

Auch in anderen Industrien wird versucht die Bakterien einzugliedern. So auch bei der Treibstoffproduktion. Bisher wurde der Biotreibstoff mithilfe von Zuckerrohr oder Raps hergestellt (Heyl, 2015). Nun sollen die Cyanobakterien, mit ihrer Fähigkeit Kohlenstoffdioxid und Wasser zu Kohlenhydraten aufzubauen (Jordan, 2001), eine Alternative schaffen. Mit den hergestellten Kohlenhydraten der Algenmasse kann Bioethanol durch die alkoholische Gärung hergestellt werden. Als Reinform oder Beimischung zu fossilen Kraftstoffen, kann das Bioethanol anschließend verwendet werden (Heyl, 2015).

4 Regionaler Bezug zur Thülsfelder Talsperre

4.1 Vorstellung des Untersuchungsgewässers

Das Erholungsgebiet der Thülsfelder Talsperre bietet sowohl für Urlauber als auch für Tagesausflüge ein reiches Angebot an Übernachtungs- und Freizeitmöglichkeiten.

Im Zentrum dieses Gebiets steht die Thülsfelder Talsperre (Abb. 1). Sie wurde von 1924-1927 im Landkreis Cloppenburg, im westlichen Teil von Niedersachsen, künstlich errichtet. Durch ihre zentrale Lage wird sie den Gemeinden Molbergen, Friesoythe und Garrel zugeordnet. Sie wird vom NLWKN (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz) betrieben und fungiert zur Hochwasserrückhaltung und Niedrigwasseraufhöhung der Soeste (NLWKN, o.J., S.2).

Die Soeste verläuft unter anderem durch die Stadt Cloppenburg und die Gemeinde Emstek. Beide verfügen über mechanisch-biologische Kläranlagen, die mit Abläufen von ca. $8000 \text{ m}^3/\text{d}$ und ca. $1200 \text{ m}^3/\text{d}$, extreme Einleiter darstellen (Abb. 2).

Des Weiteren mündet der Molberger Dosekanal, der als Vorfluter der Kläranlage Molbergen dient, in die Soeste (Abb.2).



Abbildung 2: Kläranlagen im Einzugsgebiet der Thülsfelder Talsperre (NLWKN, o.J., S.4).

Die Landnutzung im Einzugsgebiet ist überwiegend landwirtschaftlich (51% Ackernutzung) und ist vor allem durch Massentierhaltung mit einer enormen Gülleproduktion geprägt. Diese großen Mengen an Gülle auf den Feldern sorgen in der Talsperre zu einer erhöhten Nährstoffbelastung (NLWKN, o.J., S.4 f.).

Die Talsperre verfügt über eine Länge von ca. 3,5 km und eine Breite von ca. 0,6 km und umfasst vier Ufer. Das Nordufer (Abb. 3) und das Ostufer (Abb. 4) werden als naturfern eingestuft. Im nördlichen Teil befindet sich ein Staudamm mit Auslassbauwerk, der östliche Teil bietet vor allem Platz für Badende, Angler und Spaziergänger. Das West- und Südufer (Abb. 5 & 6) gehören beide zum Naturschutzgebiet der Thülsfelder Talsperre. Sie zeigen eine gut entwickelte Ufervegetation und werden deshalb als natürlich eingestuft (NLWKN, o.J., S. 9).

Durch den Aufstau der Soeste entstand ein sehr vielfältiges Gebiet. So umfasst das Areal ein wichtiges Feuchtgebiet, Sand- und Feuchtheiden und zahlreiche Wälder. Ebenfalls ist die Artenvielfalt enorm. Über Sumpfpflanzen, Wasser- und Wattvögel, Heuschrecken und Libellen bis hin zu bodenbrütenden Vogelarten kann man alles im Gebiet der Talsperre entdecken. Um diese Vielfalt zu schützen ist es allen, bis auf der Fischereiaufsicht und dem Rettungsdienst, verboten die Thülsfelder Talsperre mit Booten zu befahren (NLWKN, o.J., S. 20).

4.2 Cyanobakterien in der Thülsfelder Talsperre

Die Thülsfelder Talsperre wird aufgrund des eutrophierten Wassers der Soeste stark gefährdet. Die hohen Nährstoffeinträge führen vor allem in den Sommermonaten zu verstärktem Algenwachstum (Abb.7). Anhand der Wasserrahmenrichtlinien- Qualitätskomponente und des PSI (PhytoSee-Index) hat man in den Jahren 1990, 2003, 2007 und 2016 eine Bewertung für die Talsperre durchgeführt.

Die Bewertung durch die WRRL- Qualitätskomponente findet unter den Gesichtspunkten des ökologischen und des chemischen Zustandes statt. Da in der Talsperre jedoch nur die biologische Komponente, mit Fokus auf dem Phytoplankton, untersucht wurde kann fürs Erste nur eine grobe Abschätzung abgegeben werden. Wegen des häufig starken Aufkommens an Phytoplankton wird die Talsperre als „unbefriedigend“ eingestuft (NLWKN, o.J., S.18 f.). Der PSI wird anhand der Biomasse, der Algenklasse und des PTSI (Phytoplankton-Taxon-See-Index) gemessen (Arp, 2017, S.10). Für die Jahre 2003- 2016 ergab sich immer eine Einstufung im mäßigen bis unbefriedigenden Bereich.

Im Jahr 1990 konnten ab April die Cyanobakterien feststellen. Zwischen Juli und September waren zudem die „charakteristischen blaugrünen Farbflecken auf der Wasseroberfläche“ zu erkennen (NLWKN, o.J., S.12). Dabei traten vor allem die Arten *Aphanizomenon flos aquae* und *Mycrocystis flos aquae* verstärkt auf. Des Weiteren waren Arten der Gattung *Anabaena* und *Oscillatoria* vertreten (NLWKN, o.J., S.12).

Im Jahr 2003 wurde eine ähnliche Entwicklung der Cyanobakterien wahrgenommen. Neben den häufig auftretenden Arten war in diesem Jahr jedoch auch die Art *Planktothrix agardhii* vorzufinden. Sie stellt ein enormes Gefährdungspotenzial für Mensch und Tier dar, weil sie in der Lage ist, hochwirksame Phytotoxine zu bilden. Hinsichtlich dieser Algenmassenentwicklung wurde der ökologische Zustand 2003 mit „mäßig“ bewertet (NLWKN, o.J., S.12).

2007 war die Algenentwicklung noch stärker, wodurch die Talsperre nur mit einem PSI von „ungenügend“ bewertet wurde. Vor allem erhöhte Nährstoffkonzentrationen im Gesamtwert für Stickstoff und Phosphor waren zu erkennen. Diese hohen Werte führten von Juli bis September zu einer übermäßigen Algenbildung. Auch in diesem Jahr war die gesundheitsgefährdende Art *Planktothrix agardhii* sehr stark vertreten. Vor der Staumauer der Thülsfelder Talsperre war ein Biovolumen von über $16\text{mm}^3/\text{l}$ zu mes-

sen. Dementsprechend war auch eine geringe Sichttiefe von nur 0,6-0,7m zu verzeichnen. Bei noch extremerer Algenmassenentwicklung kann die Sichttiefe auf weniger als 20cm zurückgehen (NLWKN, o.J., S. 11, 14).

Auch 2016 befanden sich viele Cyanobakterien in der Talsperre. Vor allem in den Sommermonaten August und September kam es zu erhöhten Algengehalten. Besonders stark vertreten waren fädige Arten der Gattung Oscillatoriales. Sowohl dünnfädige Arten wie Pseudanabaena (16%) als auch dickfädige wie Planktothrix agardhii (31%). Aufgrund der massiven Algenentwicklung stieg auch das Biovolumen im August und September enorm an. In diesen Monaten bildeten die Cyanobakterien 50%- ca. 90% des Biovolumens des gesamten Phytoplankton (Abb.8). Der PSI wurde 2016 mit „mäßig“ eingestuft (Arp, 2017, S. 12).

Trotz des ähnlichen Auftretens der Cyanobakterien in den beschriebenen Jahren, zeigt sich in der Langzeitentwicklung keine Trendentwicklung. Die Änderungen von Jahr zu Jahr sind immer wetterabhängig (Arp, 2017, S. 24).

Die negativen Folgen für das Gewässer sind enorm. Sauerstoffmangel, Tiersterben und Giftstoffe im Wasser, bilden nur einen Teil davon. Aber auch die Tourismusbranche leidet unter den Cyanobakterien. Durch das Auftreten gesundheitsgefährdender Giftstoffe in der Talsperre wurde schon häufig ein absolutes Badeverbot ausgesprochen. Dies führt dazu, dass sich die Besucher eine alternative Badestelle suchen und somit auch nicht mehr die Dienstleistungen in unmittelbarer Nähe zur Talsperre nutzen.

4.3 Maßnahmen

Durch die vielen Probleme, die die Cyanobakterien mit sich bringen, steht natürlich das Ziel, die Vermehrung der Bakterien auf Dauer einzuschränken, an erster Stelle. Aber auch die Verbesserung der Unterwasservegetation und die Entwicklung natürlicher Uferbereiche wird als wichtig angesehen.

Weitere Aspekte für einen „guten ökologischen Zustand nach Wasserrahmenrichtlinien“ sind die natürliche Besiedlung und der natürliche Wasser- und Stoffhaushalt.

Konkrete Maßnahmen für die Thülsfelder Talsperre hängen im großen Teil unmittelbar mit der Soeste zusammen. So sollen vor allem die Reinigungsleistungen der Kläranlagen verbessert werden, um so die Nährstoffübersorgung einzudämmen. Eine weitere Möglichkeit wäre es, die Soeste nur im Hochwasserfall und nicht dauerhaft durch die

Talsperre zu leiten. Außerdem soll der Stoffrückhalt auf landwirtschaftlichen Flächen z. B. durch Untersaaten oder pfluglose Bodenbearbeitung verbessert werden und die Nutzung gewässernaher Flächen verändert werden (NLWKN, o.J., S. 25).

Allgemein wird versucht somit die Wasserqualität der Thülsfelder Talsperre heraufzusetzen (NLWKN, o.J., S. 25).

5 Fazit

Zunächst sei gesagt, dass dieses Fazit lediglich meine Meinung beinhaltet. Aufgrund der vielen verschiedenen positiven und negativen Aspekte ist natürlich eine ganz individuelle Beurteilung der Frage möglich. So kam ich auch zu dem Ergebnis, dass eine allgemein geltende Beantwortung der Frage: Cyanobakterien- Fluch oder Segen? nicht möglich ist. Badegäste, die im Sommer nicht wie gewohnt schwimmen gehen können oder auch das gesamte Ökosystem mit all seine Tieren und Pflanzen profitieren, gewiss nicht von den Bakterien. Dass Cyanobakterien von den Gästen und den Verwaltern des betroffenen Gewässers höchstwahrscheinlich als Fluch angesehen werden, finde ich durchaus legitim. Wie auch schon erwähnt, war ich selbst schon von der Schließung der Thülsfelder Talsperre betroffen. Aufgrund dessen war ich zunächst ein wenig zwiespalten, was die Beantwortung meiner Forschungsfrage betraf. Nach reichlicher Überlegung kam ich zu der Erkenntnis, dass das eigentliche Problem nicht bei den Cyanobakterien selbst liegt. Das Problem liegt viel mehr bei den Menschen, die für die Nährstoffübersorgung der Gewässer verantwortlich sind. Würde ein See, wie z. B. die Talsperre, keinen so hohen Nährstoffeintrag erfahren, würde es gar nicht erst zu einer solchen Massenvermehrung der Cyanobakterien kommen. Natürlich lässt sich die Vermehrung der Bakterien kaum wieder rückgängig machen und bringt negative Folgen mit sich. Aber muss man nicht viel mehr die Ursache bekämpfen? Dass die Talsperre im Sommer schon öfter den Badebetrieb einstellen musste, ist in meinen Augen nicht verwunderlich, schließlich fließt das Wasser aus drei Kläreinlagen in die Talsperre und auch die enorme Gülleausbringung auf den umliegenden Feldern sorgt für zunehmende Nährstoffwerte in dem Gewässer. Sollte man sich also wirklich über die Cyanobakterien beschweren oder die Sache schon in ihrem Ursprung betrachten und so die Massenvermehrung verhindern?

Vor allem in der Forschung besteht ein großes Potenzial ausgehend von den Cyanobakterien. Durch ihre besonderen Fähigkeiten sind sie sehr vielseitig einsetzbar. Sie haben

den Vorteil, dass sie lediglich Wasser, Licht und Kohlendioxid zum Leben brauchen und somit keine weiteren Stoffe zugeführt werden müssen. Man versucht immer neue Einsatzgebiete für die Bakterien zu finden, da schnell klar wurde, dass ihr Potenzial noch lange nicht ausgeschöpft ist. Aufgrund des Klimawandels ist es zwingend notwendig, unsere Wirtschaftsweise umzustellen. Dazu trägt die Forschung an den Cyanobakterien einen bedeutenden Teil bei, besonders in Fragen der Nachhaltigkeit. Sie können zur Produktion von Biokraftstoff verwendet werden oder bei der Düngung zum Einsatz kommen. Zum Teil finden sie auch schon Einzug in der Ernährungsindustrie.

In meinen Augen stellt genau dieses große Forschungspotenzial einen großen Vorteil für die gesamte Gesellschaft dar. Somit bin ich zu dem Entschluss gekommen, die Cyanobakterien eher als einen Segen und nicht als einen Fluch zu betrachten. Sie eröffnen der Wissenschaft enorm viele Möglichkeiten. Und wer weiß vielleicht sitzen wir schon bald im Flugzeug in den Urlaub, welches allein durch die besonderen Fähigkeiten der Cyanobakterien fliegen kann.

Literaturverzeichnis

- Arp, W. (2017): *Bericht zum Phytoplankton. 4 Seen Niedersachsen 2016*.
- Duden Learnattack GmbH (Hrsg.) (2010): *Cyanobakterien*. Zugriff am 07.03.2020. Verfügbar unter: <https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/biologie/artikel/cyanobakterien>.
- Ernst, B., Dietrich, D. (2001): Cyanobakterien auf dem Vormarsch. *Geomagazin*, 12, S. 217 - 219.
- Falch, B. (1996): Was steckt in Cyanobakterien?. *Pharmazie in unserer Zeit*, S. 311.
- Forschungsverbund Berlin e. V. (Hrsg.) (1999): *Cyanobakterien- eine unterschätzte Gefahr in unseren Gewässern?*. Zugriff am 07.03.2020. Verfügbar unter: <https://www.spektrum.de/news/cyanobakterien-eine-unterschaetzte-gefahr-in-unseren-gewaessern/342607>.
- Heyl, S. (2015): *Multitalente Cyanobakterien: Vom Biosprit zum Klimaretter*. Zugriff am 10.03.2020. Verfügbar unter: <https://www.biooekonomie-bw.de/fachbeitrag/aktuell/multitalente-cyanobakterien-vom-biosprit-zum-klimaretter>.
- Jordan, P. (2001): *Die oxygene Photosynthese*.
- Kempkens, W. (2016): *Bessere Wasserqualität: Giftige Algen bald ohne Chance*. Zugriff am 10.03.2020. Verfügbar unter: <https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/messtechnik/bessere-wasserqualitaet-giftige-algen-bald-chance/>.
- Kentemich, T., Haverkamp G., Bothe H. (1990): *Die Gewinnung von molekularem Wasserstoff durch Cyanobakterien*. *Naturwissenschaften* 77 Springer-Verlag.
- Koenigswald, W.v., Braun, A. & Pfeiffer, T. (2004): Gifttod durch Cyanobakterien?. *Paläontologische Zeitschrift*, 78, S. 417 - 424.
- NLWKN (Hrsg.) (o.J.): *Leitfaden Maßnahmenplanung Stillgewässer. Seebericht Thülsfelder Talsperre*.
- Pruß, T. (2019): *Blualgen: So beeinflusst die Bakterie das Angeln und die Tierwelt*. Zugriff am 08.03.2020. Verfügbar unter: <https://www.blinker.de/angelmethoden/angeln->

[allgemein/angelgewaesser/blualge-so-beeinflusst-die-bakterie-das-angeln-und-tierwelt/](#).

- Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft GmbH (1999): *Cyanobakterien*. Zugriff am 07.03.2020. Verfügbar unter: <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/cyanobakterien/16137>.
- Tetsch, L. (2016): Cyanobakterien: Symbiont mit globalem Einfluss. Partner des Menschen. *Biologie Unserer Zeit*, S.325-326.
- Tönjes, T. (2007): *Untersuchung mariner und lakustriner Cyanobakterien auf ihren Gehalt von Hopanoiden und 2-Methylhopanoiden*.
- Trieloff, M. (2008): *Wie kam der Sauerstoff in die Luft?*. Zugriff am 08.03.2020. Verfügbar unter: <https://www.wissenschaft-im-dialog.de/projekte/wieso/artikel/beitrag/wie-kam-der-sauerstoff-in-die-luft/>.
- Umweltbundesamt (Hrsg.) (2015): *Cyanobakterien*. Zugriff am 08.03.2020. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/wasserforschung-im-uba/cyanocenter/cyanobakterien#zur-einordnung-der-gesundheitsrelevanz-von-cyanotoxinen>.
- Zeck, A. (2001): *Entwicklung von immunanalytischen, chromatographischen und massenspektrometrischen Methoden zur Bestimmung cyanobakterieller Hepatotoxine (Microcystine und Nodularine)*. Dissertation zu Erlangung des akademischen Grades Dr. rer. Nat. München: Technische Universität München.

Anhang

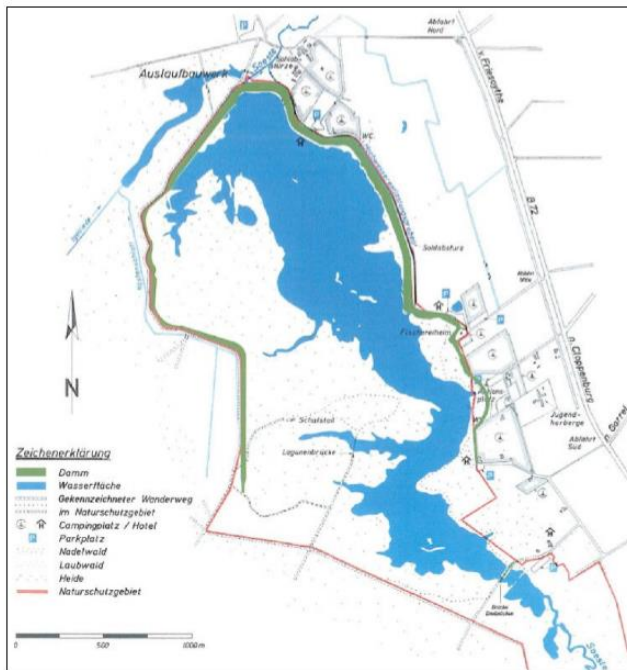


Abbildung 1: Übersichtskarte Thülsfelder Talsperre (NLWKN, o.J., S. 8)



Abbildung 3: Nordufer



Abbildung 5: Westufer



Abbildung 4: Ostufer



Abbildung 6: Südufer

Uferbereiche: NLWKN, o.J., S. 9



Abbildung 7: Cyanobakterien in der Talsperre

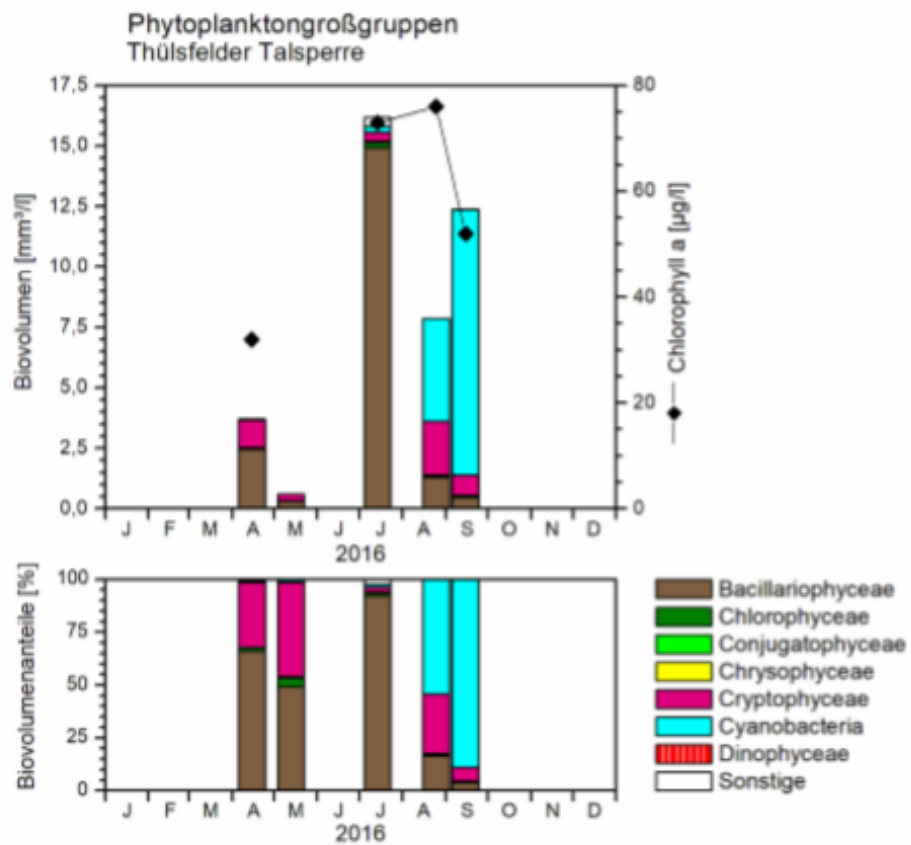


Abbildung 8: Biomasse der Phytoplanktongroßgruppen (Arp, 2017, S. 23)