Ernährungsphysiologisch- autökologische Untersuchungen an der planktischen Blaualge *Oscillatoria rubescens* DC.

Doctoral Thesis

Author(s):

Staub, Robert

Publication date:

1961

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000092335>

Rights / license:

In Copyright - Non-Commercial Use Permitted

Ernährungsphysiologisch-autökologische
Untersuchungen an der planktischen Blaualge
Oscillatoria rubescens DC.

Von der

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN
HOCHSCHULE IN ZÜRICH

zur Erlangung
der Würde eines Doktors der
Naturwissenschaften
genehmigte

PROMOTIONSARBEIT

Vorgelegt von

ROBERT STAUB
diplomierter Naturwissenschaftler
von Zürich

Referent: Herr Prof. Dr. O. Jaag
Korreferent: Herr Prof. Dr. E. Gäumann

Charakter von *O. rubescens*-Entwicklungen zutreffen. Es ist gut möglich, dass die Anwohner des Lago di Caldonazzo die Vorgänge schon vor 50 Jahren eher richtig beurteilten, wenn sie beim Aufrahmen von *Oscillatoria*-material sagten «il lago si purga» (LARGAIOLLI, 1902 [103]). Pflanzenmassen, die aufrahmen und mit dem Oberflächenwasser abfließen können, stellen nämlich bestimmt für den Sauerstoffhaushalt eines Sees eine geringere Belastung dar als solche, die rasch absinken. THOMAS [167] schreibt denn auch, beim Abfließen des im Zürichsee an die Oberfläche getretenen *Oscillatoria*-materials durch die Limmat dürfte in einem günstigen Herbst etwa die Hälfte der Burgunderblutalgen erfasst werden. In diesem Sinne wäre die *Oscillatoria*-entwicklung vergleichbar mit einer biologischen Reinigungsanlage – bei jährlich einmaliger Beschickung (vor der Sommerstagnation) und einmaliger 50prozentiger Entleerung (nach der Herbstvollzirkulation). Genauere statistische Erhebungen über *Oscillatoria*-bestand und Abschwemmung sind allerdings noch nicht publiziert worden.

Neben kultivierungstechnischen Neuerungen und qualitativen Angaben über die Milieuansprüche von *O. rubescens* bringt die vorliegende Arbeit auch Resultate einiger quantitativer Untersuchungen über wachstumsbegrenzende Faktoren. Die in dieser Richtung vorliegenden Ergebnisse lassen insofern noch keine sehr weitgehenden Schlussfolgerungen zu, als das Beobachtungsmaterial eigentlich noch um ein Vielfaches vermehrt werden sollte. Es können auch keine direkt vergleichbaren Werte aus der Literatur zur Diskussion herangezogen werden; die hier publizierten Daten über wechselnden Stickstoff- und Phosphorgehalt von *Oscillatoria*-zellen in Kulturen und in Seen mögen immerhin anregen, dass bei der Diskussion über Minimumstoffe in den Gewässern nicht einseitig ein Hauptaugenmerk auf den Phosphor gelegt wird, dass die Bestrebungen zur Verbesserung der Abwasserreinigungsanlagen auch auf den Stickstoff als möglichen wachstumsbegrenzenden Faktor Rücksicht nehmen, vor allem aber, dass die chemische Analyse des Planktonmaterials zur Beurteilung der Nährstoffverhältnisse in Seen vermehrt herangezogen wird.

VI. Zusammenfassung

1. Die ökologischen und physiologischen Probleme, welche sich angesichts der auffallenden Massenvermehrung von *O. rubescens*, der sog. Burgunderblutalge, in vielen mehr und mehr eutrophierten Gewässern stellen, werden umrissen.
2. Allgemeine Arbeitsmethoden, die zur experimentellen Bearbeitung dieses

Problemkreises dienlich sind, z. B. die Kontrolle des Algenwachstums in Flüssigkeitskulturen durch Messung der optischen Dichte, werden beschrieben.

3. Nach einer kurzen Darstellung des heutigen Standes der Blaualgenkulturmethodik und Hinweisen auf Erfahrungen anderer Autoren mit der Kultivierung von *O. rubescens* werden schrittweise Methoden zur Gewinnung von Reinkulturen dieser planktischen Blaualge entwickelt.

Vorbereitungskulturen können frei von Grünalgen, Pilzen und Protozoen gehalten werden durch Zusatz von Actidion (50 mg/l) zur flüssigen Nährlösung. Eine einfache, mineralische Lösung mit Anfangs-pH-Wert um 8,3, Temperaturen um 20°C und eine Beleuchtungsstärke von rund 1500 Lux werden als günstig befunden. Es gelingt, auf Agarsubstraten einzelne *O.-rubescens*-Fäden zu isolieren und in flüssiger Nährlösung zur Entwicklung zu bringen.

Ausgehend von diesen Klonkulturen wird dann versucht, Begleitbakterien mit Bestrahlung durch Ultraviolettlicht auszuschalten, was nur teilweise gelingt. Waschversuche mit dem Mikromanipulator bringen keinen Fortschritt.

Schliesslich wird die Methode der Anwendung von Antibiotika mittels Filterpapierblättchen auf Agarsubstraten eingesetzt. Einige Antibiotika, insbesondere Aureomycin, versprechen gute bakterizide Wirkung auf die Begleitflora auszuüben, ohne die Blaualge selbst zu stark zu schädigen. Aus einer grossen Anzahl von *O.-rubescens*-Einzelfäden, die kombinierte Reinigungsprozesse mit UV-Bestrahlung und verschiedenen Antibiotika zu durchlaufen haben, geht ein einziger bakterienfreier Stamm hervor (behandelt mit Polymyxin, Aureomycin und Chloromycetin nach vorangehender UV-Bestrahlung). In 22 verschiedenen Testsubstraten kommen keine Begleitbakterien zur Entwicklung.

4. Die ernährungsphysiologischen Verhältnisse werden zunächst qualitativ beim reinkultivierten *O.-rubescens*-Stamm untersucht. Danach kann dieser Organismus als *photolithoautotroph (sensu stricto)* bezeichnet werden. Eine Fähigkeit zur Assimilation von gasförmigem Stickstoff kann nicht nachgewiesen werden.

Es folgen einige quantitative Untersuchungen über verschiedene wachstumskontrollierende bzw. -begrenzende chemische Faktoren:

Aus einem Vergleich des Natrium- und Kaliumbedarfes ist ersichtlich, das höchstens Spuren von Natrium benötigt werden, während bei den hier gewählten Versuchsbedingungen erst beträchtliche Kaliumkonzentrationen (ca. 10 mg/l) ein maximales Wachstum ermöglichen.

Für Kalzium wird eine optimale Konzentration von rund 4 mg/l ermittelt, was deutlich unter dem Durchschnitt der normalen Konzentrationen in natürlichen Gewässern liegt.

Für die Nährelemente Stickstoff und Phosphor werden optimale Anfangskonzentrationen (in der Nährlösung) von ca. 30 mg/l N (2,0 bis 2,5 mM/l NO_3^-) bzw. 3 mg/l P (0,1 mM/l PO_4^{3-}) bestimmt. Analysen des Zellmaterials bezüglich Gesamtstickstoff und -phosphor lassen Konzentrationen von 5 bis 6% N bzw. 0,1 bis 0,3% P im Algen-Trockengewicht als wachstumbegrenzend erscheinen.

Der Stickstoffgehalt von vergleichsweise analysiertem *Oscillatoria*-material aus dem Zürichsee nähert sich im Lauf der Sommerstagnation (1958) langsam der experimentell ermittelten wachstumsbegrenzenden Konzentration, wogegen sich für den Phosphorgehalt keine entsprechende Entwicklung nachweisen lässt. Im untersuchten Fall wird daher eher Stickstoff als Phosphor das Algenwachstum begrenzen.

5. Im Hinblick auf die Gewässersanierung wird betont, dass nach den hier gewonnenen ernährungsphysiologischen Erkenntnissen die Massentwicklung von «Burgunderblutalgen» in eutrophierten Seen sich nur dann eindämmen lässt, wenn ganz allgemein die Zufuhr von Nährstoffen – auch von anorganischen Düngstoffen – vermindert wird.