

Die einfache Methode der Bestimmung des Trophiepotentials
der Oberflächengewässer durch die Kultivierung der Grünalge
Scenedesmus quadricauda (TURP.) BRÉB. und einige
Anwendungsbeispiele

Z. ŽÁKOVÁ

Einleitung

Die Aktivität der Menschen verursacht übermäßige Nährstoffzufuhr in die Fließgewässer, welche ihr natürliches biologisches Gleichgewicht stört und ihre Eutrophierung beschleunigt. Dies kann unter gewissen Umständen die wichtigen Quellen für die Wasserversorgung der Bevölkerung, der Industrie und der Landwirtschaft schädlich beeinflussen. Um wirkungsvolle Maßnahmen zur Einschränkung der Eutrophierung in wasserwirtschaftlich wichtigen Einzugsgebieten durchführen zu können, müssen das Niveau der Trophie der Gewässer, die Hauptquellen der Nährstoffe und deren Grenzkonzentrationen für die Entwicklung der Wasservegetation, nebst einigen weiteren wichtigen Angaben, bekannt sein.

Der Nährstoffgehalt der Oberflächengewässer kann mittels chemischer Analysen ermittelt werden. Deren Ergebnisse können allein kein objektives Bild über den Einfluß des Wassers auf die biologische Aktivität der Organismen geben, was für die endgültige Auswertung der Oberflächengewässer entscheidend ist. Heute sind sich die meisten Hydrobiologen sowie die Fachleute verwandter Wissenschaftsgebiete bewußt, daß die Bioteste bei geeigneter Gestaltung einen besseren Überblick über die Auswirkung des mannigfaltigen, in den Gewässern enthaltenen Stoffkomplexes (Nährstoffe, Stimulatoren, Inhibitoren) auf die Wasserorganismen geben können als die gründlichsten chemischen Analysen.

Die Methodik der Bestimmung des Trophiepotentials der Gewässer

Im Rahmen der Lösung einiger auf die Eutrophierung der Oberflächengewässer eingestellten Forschungsaufgaben wurde eine Methode zur Er-

mittlung des Trophiegrades des Wassers ausgearbeitet und überprüft. Der resultierende Wert des Testes wurde das Trophiepotential des Wassers genannt (ŽÁKOVÁ 1971).

Die Methode besteht in der Bestimmung der potentiellen Produktivität des Wassers. Unter Trophiepotential des Wassers verstehen wir die maximal produzierbare Biomasse der Algen in den Wasserproben bei konstanten Laborbedingungen. Als Parameter für das Trophiepotential dient die Algenkonzentration in der stationären Phase der Wachstumskurve W (maximale Trockensubstanzzunahme in mg. l^{-1} abgelesen von der Wachstumskurve — siehe Abb. Nr. 1). Früher wurde das Symbol X_{max} benutzt.

Beschreibung der Methode

Entnahme und Aufbereitung der Proben

Die Fließwasserproben werden in Polyäthylen- oder Glasflaschen von 1 000 ml Inhalt entnommen. Spätestens 24 Stunden nach der Entnahme werden die Proben durch Filtrieren (Glasfritte S 4 oder Membranfilter) vom Bioseston befreit und vor dem Ansetzen des Versuches im Eisschrank aufbewahrt.

Versuchsorganismen

Als Versuchsorganismus dient eine Kultur der Grünalge *Scenedesmus quadricauda* (TURP.) BRÉB. (Stamm Greifswald/15).

Die Eignung dieses Stammes für die Algenteste wurde von mehreren Autoren nachgeprüft (er befindet sich fast in sämtlichen Typen unserer Gewässer, hat eine sehr breite saprobielle Valenz, kann in Laborbedingungen gut gehalten werden, seine Morphologie, Vermehrung, sowie die physiologischen Reaktionen sind genügend bekannt. Die Testkulturen an festen Böden stammen aus den Kulturensammlungen der Tschech. Akademie der Wissenschaften (Prag, Třeboň). Die Testalgenkulturen werden mehrmals im Jahr erneuert.

Vorkultivation der Testalgen

Die Testkulturen werden aus dem Festboden vorerst in eine 10 ml flüssige Nährlösung übertragen und dann nach teilweiser Vermehrung in 1 000 ml derselben Nährlösung gegeben. Die Zusammensetzung der Nährlösung:

KNO_3 1,0 g. l^{-1} , K_2HPO_4 0,1 g. l^{-1} , $\text{Mg SO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ 0,1 g. l^{-1} , $\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ 0,01 g. l^{-1} , Lösung der Spurenelemente, 1,0 ml, Aq. dest. ad 1 000 ml.

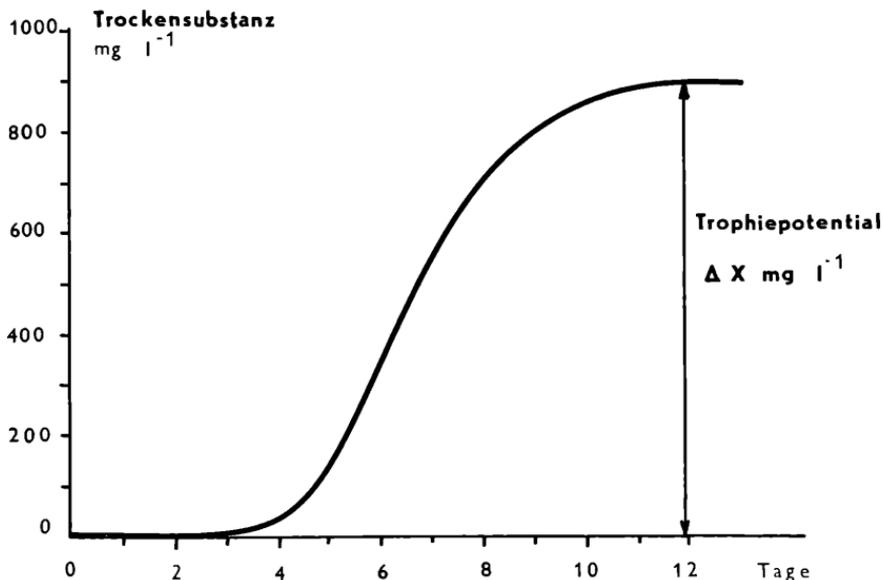


Abbildung 1

Ermittlung des Trophiepotentials auf Grund der Wachstumskurve von *Scenedesmus quadricauda* (TURP). BRÉB. Stamm Greifswald/15 in einer Wasserprobe.

Zusammensetzung der Lösung der Spurenelemente (BRINGMANN, KÜHN 1963):

H_3BO_3 2,86 g. l⁻¹, $\text{MnCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ 1,81 g. l⁻¹, $\text{Zn SO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ 0,22 g. l⁻¹,
 $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ 0,08 g. l⁻¹, $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ 0,024 g. l⁻¹, $\text{CoCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ 0,04 g. l⁻¹ (wird im Verhältnis 1 + 24 verdünnt).

Ungefähr nach 10 Tagen Kultivierung werden die Kulturen als Inokulum für die Testproben benutzt (Anfang der linearen Phase der Kulturentwicklung). Aus der Serie der Kulturen wird nach gründlicher mikroskopischer Kontrolle die geeignetste Kultur ausgewählt. Die dickflüssige Algensuspension wird aus der Kultur durch Vorfiltrieren durch gründlich durchspültes Filterpapier (blaue Streifen) gewonnen. Die Kultur wird mehrmals mit destilliertem Wasser durchspült und in eine Minimalmenge destillierten Wassers übertragen.

Inokulum

In die vorbereiteten Proben wird 1 Tropfen der dickflüssigen Algen-suspension geimpft, was der Anfangskonzentration der Trockensubstanz von 2 mg. l⁻¹ entspricht. Die Nährstoffübertragung aus der Vorkultivierung (vor allem des Phosphors) nimmt mit der Inokulummenge zu und dadurch könnte es zu gewissen Fehlern bei der Bestimmung kommen.

Die Kultivationsapparatur

Die Kultivierung von Proben erfolgt unter konstanten Bedingungen in den Kultivierungsapparaturen, deren Prototyp im Algologischen Labor des Botanischen Instituts der Tschech. Akademie der Wissenschaften in Třeboň angefertigt und für verschiedenste Algenteste nachgeprüft wurde (z. B. PŘIBIL, MARVAN 1970 a, b). Zur Bestimmung des Trophiepotentials wurde diese Einrichtung auf eine größere Menge kleinerer Testgefäße umgestaltet. Die Kultivierungsapparaturen bestehen aus einem temperierten, durch einen Filtrierapparat durchmischten Wasserbad, welches mit beiderseitiger Beleuchtung mit Leuchtröhren an verstellbaren Konstruktionen ausgestattet ist. Die Testgefäße sind in Konstruktionen befestigt, deren Ausschnitte eine genaue Definition der beleuchteten Fläche ermöglichen. An der Oberseite des Wasserbades befindet sich eine Druckluftverteilung.

Die Testgefäße

Als Testgefäße werden Rouxkolben von 300 ml Inhalt benützt. Die Verschlüsse sind mit gekrümmten bis zum Boden reichenden Glasröhrchen für die Luftzufuhr und einem kurzen Röhrchen für die Luftabfuhr ausgestattet. Das Volumen der Algentestsuspension beträgt 200 ml, die Suspensionsschicht 3 cm.

Temperatur

Die Bestimmung wird bei konstanter Temperatur von $25 \pm 1^\circ\text{C}$ durchgeführt. Diese Temperatur gewährleistet eine nahezu optimale Entwicklung der Kulturen und entspricht beiläufig den maximalen Sommertemperaturen in unseren Fließgewässern.

Beleuchtung

Die Testkulturen werden durchgehend mit Leuchtröhren (40 W, Weiss- oder Tageslicht) beleuchtet, je 3 Stück sind an verstellbaren Konstruktionen

befestigt. Die Beleuchtung kann im Bereich von 2 bis 11 Tausend Lux (d. 6—40 W. m⁻² PhAR) eingestellt werden. Die Bestimmung des Trophiepotentials erfolgt heute bei einer Beleuchtung von 9 Tausend Lux im Gegensatz zu früher, wo diese Versuche aus technischen Gründen bei niedrigerer Lichtintensität durchgeführt wurden. Die Fläche des auf einzelne Testgefäße einfallenden Lichtes ist genau begrenzt (Ausschnitte 5,5 × 9 cm). Die Beleuchtung wurde mit dem Luxmeter PU 150 Metra Blansko gemessen, die Umrechnung auf photosynthetisch aktive Radiation PhAR wurde nach KUBÍN 1973 durchgeführt.

Gasaustausch, Röhren

Die Algensuspension in den Testgefäßen wird durchgehend mit einem Kompressor durchlüftet, wodurch die Durchmischung der Kulturen, deren maximaler Kontakt mit den Nährstoffen in der Probe und die Kohlendioxidversorgung gesichert werden (Luftdurchfluß ungefähr 3—4 l⁻¹ min⁻¹). Auf Grund bisheriger Erfahrungen und der methodischen Versuche ist die Kohlendioxidmenge, welche mit der Luft bei einer intensiven Durchlüftung zugeführt wird, für die Bestimmung des Trophiepotentials der Oberflächengewässerproben ausreichend.

Versuchsdurchführung

Die Wasserproben, durch Filtration von Bioseston befreit, werden in die Kultivierungsgefäße eingegossen, das Inokulum der Testalgen dazugegeben und die Gefäße in die Kultivierungsapparatur gestellt. Die Bestimmung wird parallel in 2—3 Proben (lt. geforderter Genauigkeit der Bestimmung) durchgeführt. Für die Trockensubstanzbestimmung wird die dazu benötigte Algensuspensionsmenge jeden zweiten bis dritten Tag entnommen. Die verdampfte Wassermenge wird vor der Trockensubstanzbestimmung mit destilliertem Wasser nachgefüllt. Zu Beginn und im Laufe des Versuches wird der pH-Wert gemessen und eine mikroskopische Kontrolle der Kulturreinheit vorgenommen.

Die Trockensubstanzzunahmen werden im Laufe des Versuches in ein Diagramm eingetragen. Nach dem Verlauf der Wachstumskurve wird dann die Versuchsdauer gewählt. Die Bestimmung des Trophiepotentials der Oberflächengewässerproben dauert durchschnittlich 8 bis 14 Tage (je nach dem Trophiegrad).

Das Trophiepotential wird als maximale Zunahme der Algentrocken-

substanz bei gegebenen Kultivierungsbedingungen ($W_{\max} - W_0$) angegeben, wobei W_0 in den meisten Fällen vernachlässigt werden kann.

K o n t r o l l e

Als Kontrolle der konstanten Versuchsbedingungen wird eine Testalgenkultur in einer Nährlösung gleicher Zusammensetzung wie die Nährlösung der Vorkultivierung benützt. Der Verlauf der Wachstumskurve in der Nährlösung bei obangegebenen Bedingungen wird auf der Abb. Nr. 2 veranschaulicht.

Einige Beispiele der praktischen Anwendung der Bestimmung des Trophiepotentials in der hydrobiologischen Praxis

Im Rahmen der seit 1969 gelösten Forschungsarbeiten wurde in unserer Arbeitsstelle die Möglichkeit einer praktischen Anwendung der Methode dieser Bestimmung des Trophiepotentials in der hydrobiologischen Praxis überprüft. Aus vielen Möglichkeiten der Ausnützung dieser Bestimmung werden hier lediglich einige Beispiele angeführt.

Die Ermittlung der unter Einfluß der Nährstoffzufuhr aus verschiedenen Quellen verursachten Trophieänderungen in den Flüssen

Die Ermittlung des Trophiepotentials des Wassers in gewählten Entnahmestellen im Längsprofil des Flusses ermöglicht eine Identifizierung der wichtigsten Nährstoffquellen im Einzugsgebiet. Die Untersuchungen dieser Art wurden in den Jahren 1968 bis 1973 in dem Fluß Svatka unterhalb der Stadt Brünn und an der Ohře (Eger) unterhalb Karlsbad durchgeführt. In beiden Abschnitten sind verschiedene Nährstoffquellen vorhanden, wobei der größte Anteil den städtischen (meist biologisch gereinigten) Abwässern zuzuschreiben ist. In beiden Fällen wurde die Erhöhung des Trophiegrades in den Flüssen dem Einfluß der Nährstoffzunahme zugeschrieben. Die Abwässer der Stadt Brünn verursachten eine ausgeprägte Erhöhung des Trophiepotentials des Flusses Svatka (siehe Abb. Nr. 3). Das Trophiepotential hat sich auf Grund des Einflusses der Stadt Brünn durchschnittlich um 68,4% erhöht (eine statistisch sehr bedeutsame Differenz) wovon 36,8% (eine statistisch bedeutsame Differenz) auf den Einfluß der biologisch gereinigten Abwässer, die sich als Hauptquelle der Nährstoffe im kontrollierten Abschnitt bemerkbar gemacht haben, entfielen.

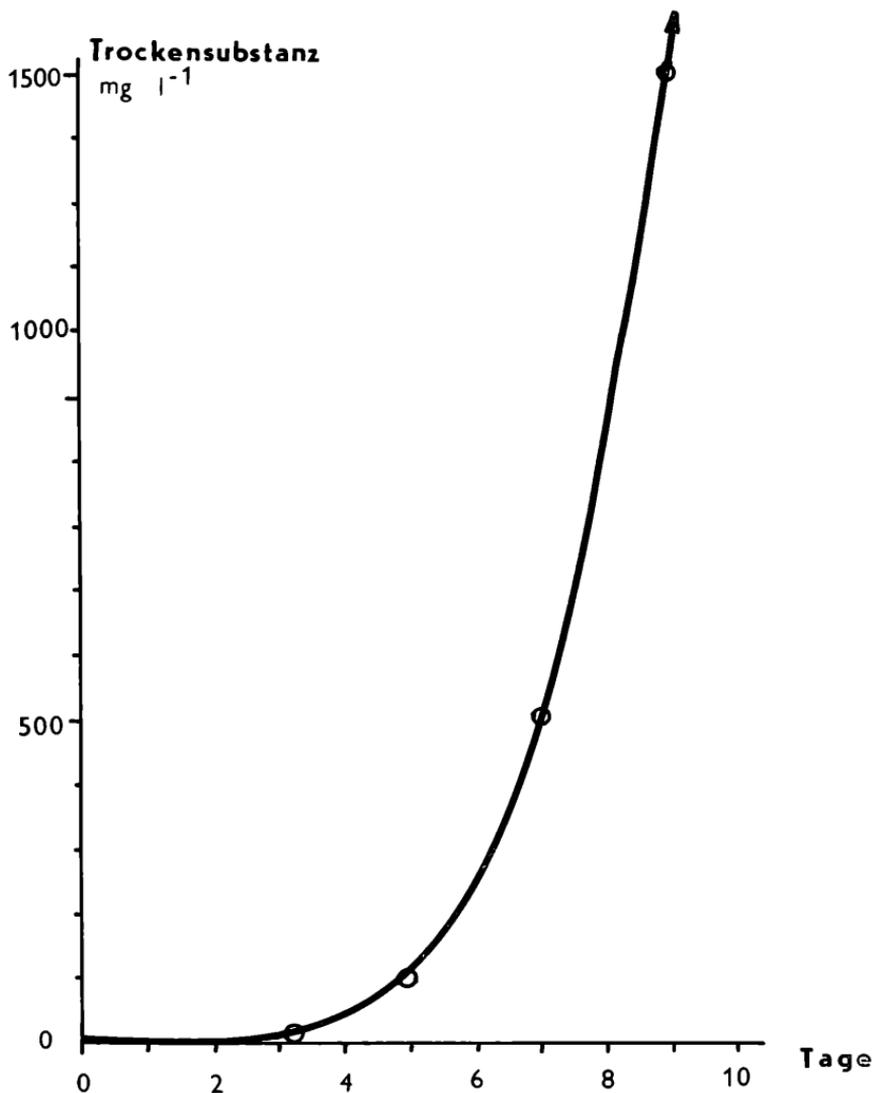


Abbildung 2

Wachstumskurve der Testalge *Scenedesmus quadricauda* (TURP.) BRÉB. Greifswald/15 unter konstanten Laborbedingungen zur Bestimmung des Trophiepotentials der Gewässer, in der Nährlösung der Vorkultivierung. Temperatur $25 \pm 0,5^\circ\text{C}$, Lichtintensität 9 000 Lux
(33 W m⁻² PhAR).

Bestimmung des Einflusses der nährstoffhaltigen Abwässer auf das Trophieniveau bei verschiedener Verdünnung

Diese Bestimmung kann sehr wichtige Unterlagen über die praktischen Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstoffzunahme in den Fließgewässern gewährleisten (Eliminierung der Nährstoffe, dritte Reinigungsstufe, Verdünnung u. ä.).

In den Jahren 1972—1973 wurde eine Serie von Versuchen zur Klärung des Einflusses, der in der Abwasserkläranlage Karlsbad biologisch gereinigten Abwässer, auf das Trophiepotential des Flusses Ohře bei verschiedener, den charakteristischen Durchflußmengen in diesem Abschnitt entsprechender Verdünnung der Abwässer, durchgeführt. Diese Versuche wurden mit biologisch geklärtem, mit Flußwasser aus der Ohře oberhalb der Kläranlage verdünntem Wasser (zum Vergleich auch mit der Verdünnungslösung auf BSB) in Konzentrationen, die der Verdünnung bei Durchflußmengen von Q_{30} — Q_{364} entsprachen, durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Versuche haben gezeigt, daß es, obzwar das Trophiepotential des biologisch geklärten Abwassers ziemlich hoch war (durchschnittlich ungefähr 670 mg Trockensubstanz, l^{-1} , maximal bis 940 mg Trockensubstanz, l^{-1}) zu einer stärkeren Erhöhung des Trophiepotentials des Wassers in der Ohře meistens erst bei einer den niedrigeren Durchflußmengen entsprechenden Verdünnung kam (ev. bis zu dem Ausmaß der Verdünnung, das im Wasserlauf praktisch nie vorkommen kann).

Bestimmung der Nährstoffe, welche die Entwicklung des Phytoplanktons limitieren

Die Bestimmung des Trophiepotentials, in den durch Mineralnährstoffe angereicherten Oberflächengewässerproben, kann auch zur Nährstoffermittlung benutzt werden, welche die Entwicklung der Algen in den Gewässern limitieren (maßgebend z. B. bei der Nährstoffeliminierung). Ein konkretes Beispiel repräsentiert die Bestimmung des Trophiepotentials des Flußwassers der Svatka mit einer Zugabe von NO_3-N und PO_4-P . In der Svatka oberhalb von Brünn war PO_4-P , 30 km flußabwärts unterhalb von Brünn NO_3-N der limitierende Faktor (Ergebnisse vom 20. 11. 1969).

Unterlagen zur Prognose der Trophie-Verhältnisse in den Stauseen

Die trophische Beschaffenheit des zufließenden Wassers ist einer der wichtigen, die Wassergüte in den Wasserbecken bestimmenden Faktoren. Es

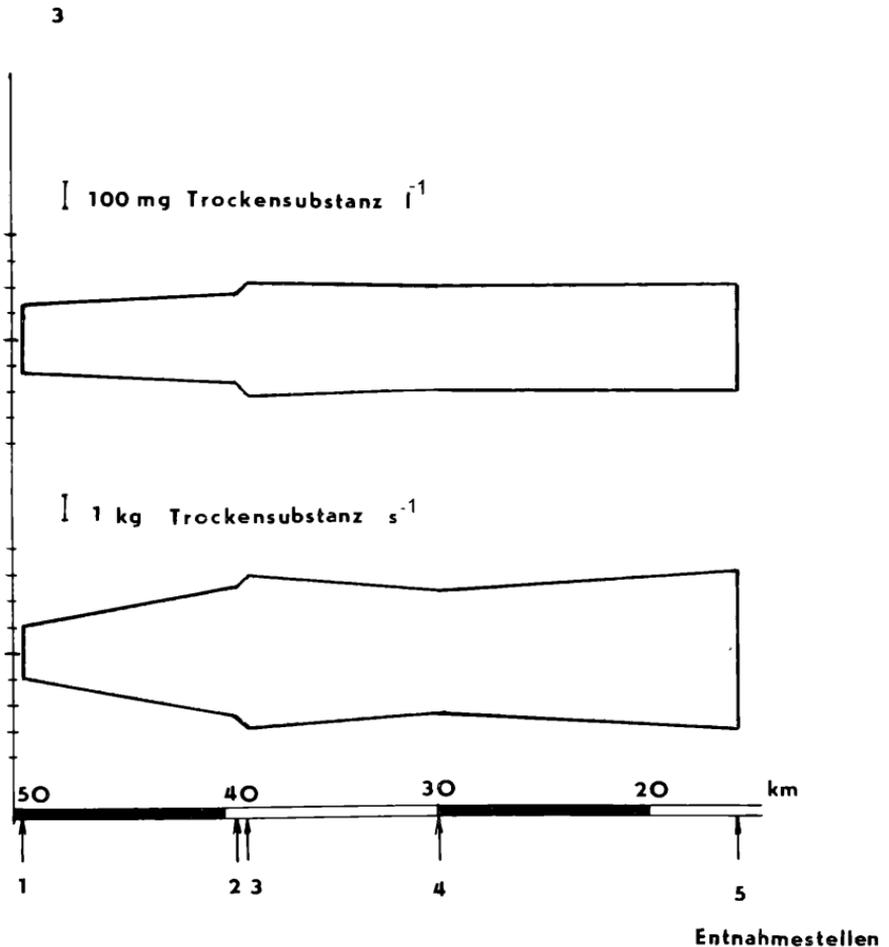


Abbildung 3

Verlauf der Änderungen des Trophiepotentials des Wassers im Längsprofil des Flusses Svatka im Unterlauf (A — Trophiepotential in mg Trockensubstanz l⁻¹, B — Trophiepotential bezogen auf Durchflußmenge in kg Trockensubstanz s⁻¹). Entnahmestellen: 1 — Jundrov, 2 — oberhalb der Kläranlage, 3 — unterhalb der Kläranlage, 4 — Vojkovice, 5 — Uherčice.

ist deshalb sehr wichtig, das Trophieniveau in den Zuflüssen d. h. bei sowohl den inbetriebgesetzten als auch bei den projektierten Sammelbecken zu kennen. In den Jahren 1968—1970 wurden die Zuflüsse des projektierten Stausees Nové Mlýny zwecks Prognose der Wassergüte im Becken beobachtet. Um die Prognose der Trophie-Verhältnisse ausarbeiten zu können, wurde regelmäßig in monatlichen Abständen das Trophiepotential in den Hauptzuflüssen Dyje (Thaya), Svatka und Jihlava ermittelt.

Die Ergebnisse der Untersuchungen haben gezeigt, daß in das Becken täglich eine große Menge physiologisch ausnutzbarer Nährstoffe zufließen wird, was, infolge sehr günstiger Bedingungen für die Wasservegetationsentwicklung im projektierten Becken, eine beträchtliche Gefahr einer sehr starken Eutrophisierung bedeuten würde.

Bestimmung der Trophie der Teichgewässer

Im Rahmen der Zusammenarbeit mit der Statlichen Teichwirtschaft in Pohořelice (1971) wurden Überprüfungen vorgenommen, die ergaben, daß die Bestimmung des Trophiepotentials sowohl zu einem Orientierungspunkt für die Ermittlung des Trophiegrades der Teiche, als auch zu einer Unterlage für deren rationelle Düngung und Bewirtschaftung, werden können.

Schlußbemerkungen

Unsere bisherigen Erfahrungen weisen darauf hin, daß den Algentesten eine sehr große Bedeutung in der hydrobiologischen Praxis als Teil einer komplexen Kontrolle der Gewässer, nebst den üblichen biologischen, chemischen und mikrobiologischen Analysen zukommen könnte. Die Ergebnisse der Bestimmung des Trophiepotentials in den Gewässern zeigen ein Bild von der komplexen Einwirkung des Wassers als eines komplizierten Stoffkomplexes auf die physiologische Aktivität der Algen, wodurch sie zur Lösung einer ganzen Reihe von schwerwiegenden Problemen in der Wasserwirtschaft beitragen können.

Es handelt sich hauptsächlich um folgende Probleme:

- Ermittlung des Trophieniveaus in den Gewässern, Klassifizierung
- Ermittlung von Nährstoffzufuhr in die Flüsse aus verschiedenen Quellen
- Ermittlung von Nährstoffen, die unter gewissen Umständen die Entwicklung der Wasservegetation begrenzen
- Ermittlung des Einflusses der Abwässer mit hohem Nährstoffinhalt auf das Rezipient, unter den verschiedenen Bedingungen

- Ermittlung des Trophieniveaus in den Zuflüssen der Becken zwecks Prognose der trophischen Verhältnisse in den projektierten Sammelbecken
- Ermittlung von Unterlagen für die Entscheidungen über die Notwendigkeit praktischer Maßnahmen gegen übermäßige Eutrophisierung wichtiger Wasserquellen (dritte Reinigungsstufe, Verdünnung ev. weitere Eingriffe).
- Ermittlung des Trophiegrades, der intensiv teichwirtschaftlich ausgenützten Teiche, Gewährleistung von Unterlagen für zweckmäßige Düngung zur Erzielung maximaler Fischerträge
- indirekte Bestimmung von Konzentrationen toxischer Stoffe, organischer Stimulatoren oder Inhibitoren, ev. weiterer chemisch sehr schwierig bestimmbarer Stoffe
- Ermittlung von notwendigen Dosen von Algiziden u. ä.

Wenn auch die beschriebene Methode der Bestimmung des Trophiepotentials anfangs, durch einige, während der Probezeit schrittweise abgebaute Fehler, erschwert wurde, erzielen wir schon heute bei ihrer Anwendung sehr gute Ergebnisse.

Durch Versuche mit Nährstofflösungen mit abgestuften Konzentrationen von $\text{PO}_4\text{-P}$ wurde eine direkte lineare Abhängigkeit des Trophiepotentials von der Konzentration des $\text{PO}_4\text{-P}$ im Bereich bis ca. 1.000 mg Trockensubstanz im Liter ($r = 0,98$) festgestellt.

Es ist verständlich, daß die Ergebnisse der Bestimmung des Trophiepotentials ähnlich wie bei anderen Versuchen in die Praxis mit gewissen Korrekturen übertragen werden müssen, da sie durch Faktoren, die wir selbst hervorgerufen haben und die sehr oft von den in einzelnen konkreten Fällen in der Natur abweichenden, bedingt sind.

Bei Anwendung dieser Methode muß darauf geachtet werden, daß es bei höheren Werten der Trockensubstanz (mehr als 1.000 mg l^{-1}) zu sichtbaren Verschlechterungen der Bedingungen infolge Eindickung der Kultur kommt, so daß die Resultate durch gewisse Fehler belastet werden können. Bei den natürlichen Gewässern sind jedoch so hohe Werte des Trophiepotentials als Einzelfälle zu betrachten.

Aufgrund unserer bisherigen Ergebnisse besteht die Möglichkeit, die von uns verfolgten Gewässer nach den Werten des Trophiepotentials auf nährstoffarme (oligotrophe), mäßig nährstoffreiche (mesotrophe), nährstoffreiche (eutrophe) und sehr nährstoffreiche (polytrophe) einzuteilen (im Bereich von < 50 bis > 600 mg Trockensubstanz l^{-1} — ŽÁKOVÁ 1972).

Zusammenfassung

Es werden hier die Methode der Bestimmung des Trophiepotentials durch die stationäre Kultivierung der Grünalge *Scenedesmus quadricauda* (TURP.) BRĚB. Stamm Greifswald/15, die bisherigen Erfahrungen mit deren Benutzung, sowie einige Beispiele praktischer Applikation bei der Lösung der Probleme, in der hydrobiologischen Praxis, beschrieben.

Die bisherigen Erfahrungen haben gezeigt, daß die Bestimmung des Trophiepotentials bei der Erforschung der Oberflächengewässer vielseitig zur Geltung kommen kann. Insbesondere kann diese Bestimmung zur Lösung des Problems der Beschleunigung der Eutrophierung der Oberflächengewässer infolge der steigenden Nährstoffzufuhr, das in vielen Ländern immer mehr an Aktualität gewinnt, bedeutungsvoll beitragen.

Literatur:

- BRINGMANN, G., KÜHN, R. (1963): Biologische Bestimmung des Begrenzungsfaktors der Trophierung. — Ges. Ing. 84/364.
- KUBÍN, Š. (1973): Photosynthetically active radiation — the sources and the methods of measurement (tsched.). — Methods of experimental botany, Vol. 3, Praha, Academia.
- PŘIBIL, S., MARVAN, P. (1970): Der Verlauf des Mineralnährstoffbedarfes in der Kultur von *Scenedesmus quadricauda* (TURP.) BRĚB. 1. Kalium-Aufnahme. — Arch. Hydrobiol. Suppl 39, Algological Studies 2/3, Stuttgart.
- PŘIBIL, S., MARVAN, P. (1970): Der Verlauf des Mineralnährstoffbedarfes in der Kultur von *Scenedesmus quadricauda* (TURP.) BRĚB. 1 Kalium-Aufnahme. — Algol. Stud. (Třeboň). 1, 41—56.
- ŽÁKOVÁ, Z. (1971): Výzkum eutrofizace povrchoých vod v povodí Ohře a vývoje jejich sekundárního znečištění. (Die Untersuchungen der Eutrophierung der Oberflächengewässer im Einzugsgebiet des Flusses Ohře und die Entwicklung der Sekundärverreinigung). ŽÁKOVÁS Forschungsarbeit. Brno, Wasserwirtschaftliches Forschungsinstitut.
- ŽÁKOVÁ, Z. (1971): Stanovení trofie povrchoých vod. (Bestimmung der Trophie der Oberflächengewässer). — ŽÁKOVÁ Vodní hospodářství 12, 343—346.
- ŽÁKOVÁ, Z. (1972): Trofický potenciál povrchoých vod. / Trophiepotential der Oberflächengewässer. ŽÁKOVÁ in: Konference Úloha vědy, výzkumu a technického rozvoje ve vodním hospodářství, Praha, MLVH a VÚV.

Anschrift des Verfassers: Dr. Zdeňka ŽÁKOVÁ, C Sc., Wasserwirtschaftliches Forschungsinstitut, Zweigstelle Brno, Dřevařská 12, ČSSR, 657 57.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wasser und Abwasser](#)

Jahr/Year: 1976-1977

Band/Volume: [1976-1977](#)

Autor(en)/Author(s): Záková Z.

Artikel/Article: [Die einfache Methode der Bestimmung des Trophiepotentials der Oberflächengewässer durch die Kultivierung der Grünalge *Scenedesmus quadricauda* \(TURP.\) BREB. und einige Anwendungsbeispiele 323-334](#)