Mitt. POLLICHIA	68	137—142	2 Abb.	Bad Dürkheim/Pfalz 1980
				ISSN 0341—9665

Khodayar MOALEDJ

Zymogene und autochthone Bakterien im Weinfelder und im Schalkenmehrener Maar*+

Kurzfassung

MOALEDJ, K. (1980): Zymogene und autochthone Bakterien im Weinfelder und im Schalkenmehrener Maar. — Mitt. POLLICHIA, **68**: 137—142, Bad Dürkheim/Pfalz.

Im oligotrophen Weinfelder Maar sowie im eutrophen Schalkenmehrener Maar wurden Bakterienzählungen in je zwei Vertikalprofilen durchgeführt. Dabei wurden die Plattenkeimzahlen auf zwei verschiedenen Medien — einem reinen Mineralagar KAZ und einem an organischen Substraten reichen Medium (CPS) — erfaßt. Die signifikanten Unterschiede der Zellzahlen bei der Anwendung beider Verfahren in einem Gewässer und zwischen den beiden Seen wurden auf die Anpassung der heterotrophen Mikroflora an unterschiedliche Substratangebote und damit letztlich auf verschiedene Trophieverhältnisse in den untersuchten Gewässern zurückgeführt.

Abstract

MOALEDJ, K. (1980): Zymogene und autochthone Bakterien im Weinfelder und im Schalkenmehrener Maar [Zymogenic and autochthonous bacteria in the Weinfeld and Schalkenmehren Maar]. — Mitt. POLLICHIA, **68**: 137—142, Bad Dürkheim/Pfalz.

In two Maars in the Eifel (FRG), the Weinfeld Maar (oligotrophic) and the Schalkenmehren Maar (eutrophic), bacterial plate-counts were evaluated for two vertical profiles. Two different media were used: a pure mineral agar KAZ and a medium rich on different organic substrates (CPS), respectively. Great differences were found between the cell numbers from the different media and the two different lakes. This was attributed to an adaptation of the heterotrophic microflora to varying substrates and at least to the diverse trophic levels of the investigated lakes.

Résumé

MOALEDJ, K. (1980): Zymogene und autochthone Bakterien in zwei Eifelmaaren [Bacteries zymogènes et autochthones dans deux maars de l'Eifel]. — Mitt. POLLICHIA, **68**: 137—142, Bad Dürkheim/Pfalz.

Dans le maar oligotrophique de Weinfeld et dans le maar eutrophique de Schalkenmehren, on a réalisé des dénombrements de bacteries pour chacun de ces maars dans 2 sections verticales. Le nombre de microbes de ces plaques de cultures fut enregistré sur deux substances différentes (un agar minéral KAZ et une substance riche en matières organiques CPS).

Les différences significatives des cellules par l'application des deux méthodes dans un maar et entre les 2 furent ramenées à l'accomodation de la microflore hétérotrophique à des substrats différents. Par cela, se magnifestent les différents relations des trophies dans les maars explorés.

* Aus dem Max-Planck-Institut für Limnologie, Abt. Allgemeine Limnologie, D-2320 Plön, August-Thienemann-Straße 2.

+ Das 68. Band der „Mitt. POLLICHIA" ist überwiegend den Maaren der Eifel gewidmet.

1. Einleitung

Im Stoffkreislauf der Gewässer spielen die heterotrophen Mikroorganismen, insbesondere die Bakterien eine gewichtige Rolle, die eng mit der Biomasse und der Photosyntheseleistung des Phytoplanktons verknüpft ist. So erhält man häufig die größten Bakterienzellzahlen in den Wasserschichten, die direkt unter denen liegen, die durch größte Biomassewerte der Algenpopulationen und höchste Photosyntheseraten gekennzeichnet sind.

Die Gewässerbakterien nehmen die vom Phytoplankton produzierten organischen Stoffe auf und legen einen Teil des darin gebundenen organischen Kohlenstoffs in eigener Zellbiomasse fest. Ein weiterer Teil wird unter Sauerstoffverbrauch zu CO_2 umgesetzt. Daneben kommt es zur Rückführung von anorganischen Nährstoffen ins Medium.

Winogradsky (1949) unterteilt die Gewässermikroflora nach stoffwechselphysiologischen Gesichtspunkten in zymogene und autochthone Organismen. Die zymogenen oder auch saprophytischen Bakterien dominieren bei Zufuhr höherer organischer Nährstoffkonzentrationen. Demgegenüber sind die autochthone Mikroflora und die dazugehörigen oligocarbophilen Bakterien an sehr niedrige Mengen organischer Substanz angepaßt (Kusnezov 1959, Overbeck 1974, Moaledj 1978).

Im oligotrophen Weinfelder Maar und im eutrophen Schalkenmehrener Maar sind zwei Gewässer gegeben, die die unterschiedlichen ökophysiologischen Bedingungen für die Ausprägung der genannten Stoffwechseltypen innerhalb der Mikroorganismenflora bieten. Dies wird in einer Reihe limnologischer Untersuchungen zur Nährstoffverteilung und zum Trophiegrad der beiden sehr nahe beieinanderliegenden Gewässer dokumentiert (u. a. Thienemann 1914/1915, Schmidt-Ries 1954/1955, Scharf & Stabel 1980). Zudem ist das Schalkenmehrener Maar im Gegensatz zum Weinfelder Maar starken anthropogenen Einflüssen ausgesetzt.

Im vorliegenden Bericht wird versucht, das Vorkommen und die Vertikalverteilung der zymogenen und der autochthonen Bakterien in den beiden trophisch sehr verschiedenen Maaren zu beschreiben und damit das Konzept von Winogradsky zu überprüfen. Gleichzeitig werden erste Schritte zur Erfassung der am Kohlenstoffumsatz beteiligten heterotrophen Mikroorganismen dieser limnologisch wenig bekannten Seen unternommen.

2. Methoden

Die Wasserproben wurden an zwei Entnahmedaten (am 26.5. bzw. am 13./14.9. 1977) über den tiefsten Stellen der Maare mit einem Schöpfer nach Sorokin (1960) in evakuierten und autoklavierten Glasflaschen entnommen und wie folgt verarbeitet:

Zur Feststellung des Vorkommens der autochthonen und saprophytischen, bzw. zymogenen Bakterien wurde das Koch'sche Plattenverfahren, und zwar ausschließlich die Aussaat auf der Agaroberfläche (Buck & Cleverdon 1960, Jones 1970, Soroki & Kadota 1972 und Moaledj & Overbeck, in Vorber.) angewandt. Hierzu wurde 0,1 ml der steril entnommenen Wasserprobe (oder eine aliquote Verdünnung) mit Hilfe des Drigalsky-Spatels auf der Agaroberfläche ausgebreitet. Die Anzahl der heterotrophen saprophytischen Bakterien wurde auf einem CPS-Medium nach Collins (1963), die d.

autochthonen bzw. oligocarbophilen Bakterien auf einem Mineralagar KAZ (Mineralagar nach KASERER mit Zusatz von HOAGLAND A-Z-Lösung, vgl. OVERBECK 1964) ermittelt.

Die Proben wurden direkt am Ufer der Maare im Laborauto steril ausplattiert und sobald als möglich bei 26°C bebrütet (ca. 2 Wochen im Falle der zymogenen, ca. 4 Wochen im Falle der autochthonen Bakterien). Ausgewertet wurden Platten mit einer Koloniezahl von mindestens 25 bis zu 150 Kolonien pro Platte.

3. Ergebnisse und Diskussion

Grundlegende mikrobiologisch-ökologische Untersuchungen in den Eifelmaaren sind bislang noch nicht bekannt geworden. Mit der vorliegenden Studie am oligotrophen Weinfelder Maar und am unmittelbar benachbarten eutrophen Schalkenmehrener Maar bot sich zudem die Möglichkeit, auf geographisch engstem Raum vergleichende Untersuchungen zum Vorkommen von Gewässerbakterien aus stoffwechselphysiologisch verschiedenen Gruppen an einem Untersuchungstage durchzuführen. Bevor jedoch eine Besprechung der Ergebnisse erfolgt, sollen zunächst einige einschränkende Vorbemerkungen zur Interpretation der gewonnenen Werte vorweggeschickt werden: Die von den Gewässerbakterien mitgesteuerten Stoffumsätze im aquatischen Ökosystem vollziehen sich z. T. sehr schnell und die heterotrophe Mikroflora reagiert unmittelbar auf die meisten Veränderungen in ihrer Umwelt. Deshalb ist auch die Populationsstruktur im Freiland instabil. Dazu ist noch mit sehr kurzen Generationsdauern zu rechnen. Dementsprechend ist auch mit einer gelegentlichen Probeentnahme wie im vorliegenden Falle keineswegs eine genaue Aussage über Vorkommen und Verteilungsmuster von Bakterienpopulationen mit stoffwechselphysiologisch verschiedenem Potential zu erwarten. Außerdem werden mit der hier angewandten Methode nur die-

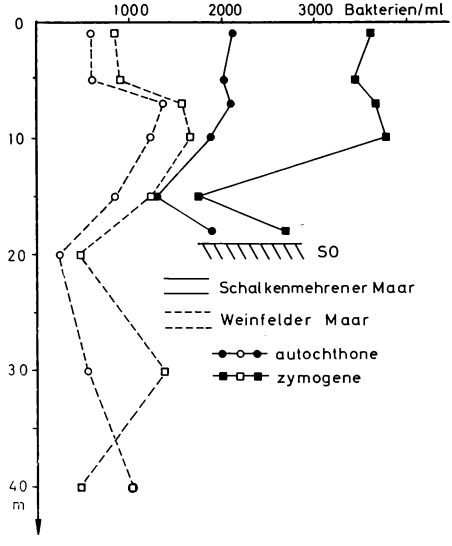


Abb. 1: Vertikalverteilung der Bakterien am 26. 5. 1977.
SO = Sedimentoberfläche des Schalkenmehrener Maars.

jenigen Bakterien erfaßt, die unter den genannten speziellen Versuchsbedingungen zum zymogenen oder zum oligocarbophilen Wachstum befähigt sind. Dennoch sind solche sporadischen Untersuchungen geeignet, erste Einblicke in die Verhältnisse verschiedener physiologisch-taxonomischer Bakterientypen zueinander zu registrieren.

Die Ergebnisse der Koloniezählungen auf den beiden verschiedenen Medien sind in den Abbildungen (Abb. 1 und 2) nach Entnahmedaten getrennt gegen die Wassertiefe aufgetragen. Obwohl in beiden Seen Ende Mai 1977 die Vertikalverteilung für saprophytische und für autochthone Bakterien über die gesamte Wassersäule nahezu parallel verläuft, ist die Bakterienzahl im euproduktiven Schalkenmehrener Maar wesentlich höher. Das gilt für beide Bakteriengruppen.

Die Differenz der Plattenkeimzahlen auf CPS-Medium und auf KAZ-Medium ist im oligotrophen Weinfelder Maar wesentlich geringer als im nährstoffreichen Schalkenmehrener Maar. Dieser Befund stützt die Annahme, daß in Seen mit geringerem Substratangebot eine verhältnismäßig größere Fraktion der Gesamtbakterienpopulation auf die oligocarbophilen Bakterien entfällt.

Die Vertikalverteilung der Plattenkeime verläuft in beiden Gewässern in etwa parallel zur Vertikalkurve, die Moaledj (1975) im euproduktiven Plußsee (Holstein) feststellte. In beiden Maaren ergab sich ein Maximum der Plattenkeime im unteren Epilimnion, das sich bis in den Bereich der Thermokline (vgl. Scharf & Stabel 1980) erstreckt. Dieses Maximum ist hier besonders ausgeprägt und ist auf die sehr eng gekoppelten Stoffwechselbeziehungen zwischen planktischen Algen und pelagischen Bakterien zurückzuführen. Nach Overbeck (1968) folgen alle erfaßten Bakterienfraktionen (Saprophyten, Bakterien auf Membranfiltern, autochthone, oligocarbophile Bakterien) der Schichtung des Phytoplanktons: Das Maximum der bakteriellen Biomasse liegt stets unterhalb des Maximums der Primärproduktionskurve.

Im Hypolimnion geht die Keimzahl entsprechend den schlechteren Nährstoffbedingungen wieder zurück. In der Wasserschicht direkt über dem Sediment des Schalkenmehrener Maars kommt es allerdings wieder zu einer Zunahme der Bakterienzahl, während die Verhältnisse beim Weinfelder Maar nicht ganz eindeutig sind (Abb. 1). Dieser neuerliche Anstieg der Bakterienzahlen ist sicherlich auf ein verstärktes Substratangebot von der Sedimentoberfläche her zu verstehen und wurde bereits von Overbeck (1972) bei der Untersuchung der Saprophytenkeimzahlen verschiedener Gewässer beschrieben. Das gleichzeitige Vorkommen beider Bakteriengruppen sowohl in den sauerstoffreichen wie in den anaeroben Wasserschichten weist darauf hin, daß hier fakultative Anaerobie vorliegt, und daß das Substratangebot in erster Linie das Vorkommen im See reguliert.

In der Abb. 2 ist die Vertikalverteilung der saprophytischen und autochthonen Bakterienkeimzahlen auf den gleichen Medien wie bei Beginn der Schichtung (Mai 1977, Abb. 1) für die Verhältnisse nach einer längeren Stagnationsphase (September 1977) dargestellt. Auch hier ergibt sich die bereits besprochene Form der Verteilungskurve. Im Weinfelder Maar ist zu diesem Zeitpunkt ebenfalls eine Zuname der Keimzahlen in der Sedimentnähe zu verzeichnen.

Es muß hervorgehoben werden, daß relativ viele Keime zur Koloniebildung auf dem reinen Mineralagar KAZ befähigt sind. Allerdings war der größte Teil der Kolonien auch nach 4 Wochen Bebrütung noch sehr klein („pin points") und morphologisch ziemlich einheitlich. Dennoch konnte auch hier gezeigt werden, daß viele Gewässerbakterien zum oligocarbophilen Wachstum befähigt sind, d. h. sie können mit geringsten Kohlenstoffmengen wachsen. Im oligotrophen See liegen nur sehr geringe Mengen

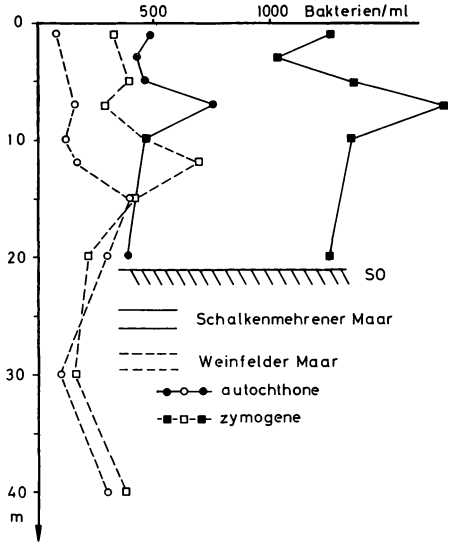


Abb. 2: Vertikalverteilung der Bakterien am 13./14. 9. 1977.
SO = Sedimentoberfläche des Schalkenmehrener Maars.

an organischer Substanz vor, die heterotrophe Mikroflora ist an diese Bedingungen angepaßt. Wie Untersuchungen mit isolierten oligocarbophilen Bakterienstämmen zeigten, sind diese Organismen in der Lage, die schwer abbaubaren Fraktionen der gelösten organischen Verbindungen natürlicher Gewässer zu verarbeiten (STABEL et al. 1979). Daher spielen sie eine wichtige Rolle im Stoffkreislauf der Gewässer.

Die große Differenz der Keimzahlen von saprophytischen und autochthonen Bakterien in beiden Maaren ist signifikant und sicherlich auf den großen Unterschied im Trophiegrad beider Gewässer zurückzuführen.

Literaturverzeichnis

BUCK, J. D. & CLEVERDON, R. C. (1960): The spread plate as a method for the enumeration of marine bacteria. — Limnol. Oceanogr., **5**: 78—80.

COLLINS, V. G. (1963): The distribution and ecology of bacteria in freshwater. — Proc. Soc. Water Treat. Examin., **12**: 40—73.

JONES, J. G. (1970): Studies on freshwater bacteria: Effects of medium composition and method on estimates of bacterial population. — J. appl. Bact., **33**: 679—686.

KUSNEZOV, S. I. (1959): Die Rolle der Mikroorganismen im Stoffwechselkreislauf der Seen. — Berlin (VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften).

MOALEDJ, K. (1975): Untersuchungen über oligocarbophile Bakterien im Plußsee. — Diss. Univers. Kiel.

— (1978): Qualitative analysis of an oligocarbophilic aquatic microflora in the Plußsee. — Arch. Hydrobiol., **82**: 98—113.

— & OVERBECK (in Vorbereitung).

OVERBECK, J. (1964): Über Anreicherung und Isolierung von methanoxydierenden Bakterien aus dem Süßwasser. — Zbl. Bakt. I. Abt. Suppl., **1**: 139—147.

— (1968): Prinzipielles zum Vorkommen der Bakterien in Seen. — Mitt. Internat. Verein. Limnol., **14**: 134—144.
— (1972): Zur Struktur und Funktion des aquatischen Ökosystems. — Ber. deutsch. bot. Ges., **85**: 553—577.
— (1974): Microbiology and biochemistry. — Mitt. Internat. Verein. Limnol., **20**: 198—228.

SCHARF, B. W. & STABEL, H.-H. (1980): Physikalische und chemische Eigenschaften des Wassers der Eifelmaare. — Mitt. POLLICHIA, **68**: 111—128, Bad Dürkheim/Pfalz.

SCHMIDT-RIES (1954/1955): Beiträge zur Physiographie der Eifelmaare. — Gewäss. Abwäss., **9/10**: 7—112.

SOROKIN, J. I. (1960): Bacteriological water bottle. — Bull Inst. Biol. Reservoirs Acad. Sci. USSR, **6**: 53—54 (russ.), (zit. nach IBP-Handbook No. 23, 1972).

SOROKIN, J. I. & KADOTA, H. (1972): Techniques for the assessment of microbial production and decomposition in freshwaters. — IBP-Handbook No. 23.

STABEL, H.-H., MOALEDJ, K. & OVERBECK, J. (1979): On the degradation of dissolved organic molecules from Plußsee by obligocarbophilic bacteria. — Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebnisse Limnol., **12**: 95—104.

THIENEMANN, A. (1914/1915): Physikalische und chemische Untersuchungen in den Maaren der Eifel. — Verh. Naturhist. Ver. preuß. Rheinl. Westf. **70**: 249—302 und **71**: 273—389.

WINOGRADSKY, S. (1949): Microbiologie du sol — Problèmes et mèthodes. — 861 S., Paris (Manon).

(Bei der Schriftleitung druckfertig eingegangen am 25. 10. 1980)

Anschrift des Verfassers:

Dr. Khodayar Moaledj, Max-Planck-Institut für Limnologie, Postfach 165, D-2320 Plön.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der POLLICHIA

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: 68

Autor(en)/Author(s): Moaledj Khodayar

Artikel/Article: Zymogene und autochthone Bakterien im Weinfelder und im Schalkenmehrener Maar 137-142