

## CRENOTHRIX POLYSPORA COHN ALS INDIKATOR FÜR EINE ORGANISCHE BELASTUNG VON GRUNDWASSER

R. SCHWEISFURTH<sup>1</sup>

### Abstract

A huge increase in *Crenothrix polyspora* is found at times in wells of drinking water supply systems. Its presence is connected with the mixing of ground water which is organically loaded and has become reducing in action, with a non-loaded ground water.

Direkte Abhängigkeiten zwischen der Chemie eines Standorts und dem Auftreten spezifischer Mikroorganismen sind nur in seltenen Fällen leicht zu finden, auch wenn die Bakterien, Pilze oder Algen in großer Zahl und makroskopisch erkennbar vorliegen. An allen eisenführenden Standorten im Bereich des Wassers sind sogenannte eisenoxydierende Bakterien zu finden, und in Biotopen mit reduzierten anorganischen Schwefelverbindungen werden weiß oder auch rot oder grün gefärbte Massen der entsprechenden schwefelablagernden chemolitho- oder photolithoautotrophen Organismen vorkommen. Während bei den aufgeführten Biotopen eine Substanz für das Auftreten allerdings großer Gruppen von verschiedenartigen Mikroorganismen bedingend und eine Zuordnung einfach ist, fällt es schwer, den Biotop nur einer Gattung oder einer Art zu beschreiben, wie dies hier für *Crenothrix polyspora* versucht werden soll.

*Crenothrix polyspora* (*Chlamydobacteriales*, *Crenothrichaceae*) bildet Ketten von Stäbchen, die in einer Scheide liegen. Die Scheiden nehmen meist zur Spitze hin an Dicke zu, eine Fußplatte sorgt auch in stark strömendem Wasser, wie es in Brunnen von Trinkwasserversorgungsanlagen vorkommt, für einen festen Halt. In den Scheiden entstehen durch Längs- und Querteilungen Mikro- und Makrogonidien, die aus den Spitzen der Scheiden in großer Zahl entlassen werden. Von einer großen Zahl von Scheiden werden bis zu 15 mm lange Zotten ausgebildet, die in dichten Rasen nebeneinander vorkommen (Abb. 1, 2, 3). Eisen- und Manganoxide können in die Scheiden und Schleimkapseln der Gonidien eingelagert werden, eine Abhängigkeit von der Oxidation der Metalle besteht nicht.

Das Vorkommen von *Crenothrix polyspora* scheint auf Trinkwasserversorgungsanlagen d.h. speziell Brunnen und auch Rohrleitungen oder Hochbehälter beschränkt zu sein. Ob es auch zu einer Anreicherung in den Filterkiesen von Brunnen kommt, ist nicht bekannt, da dieser Standort für den Untersucher fast nie zugänglich ist. Die Menge der gebildeten Mikro- und Makrogonidien bzw. auch der abgerissenen

1 Die Analysen wurden von Dipl.Chem.Dr.Ch. RÜBELT, Institut für Hygiene und Mikrobiologie, Medizinische Fakultät der Universität des Saarlandes Homburg/Saar, dem chemischen Laboratorium der Saarbergwerke AG, Neunkirchen-Heinitz und von Chemikern eines Wasserwerkes durchgeführt.

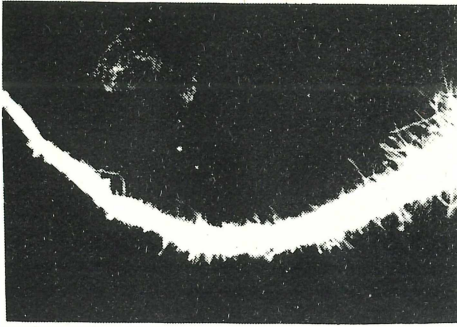


Abb. 1. *Crenothrix polyspora*, Teil einer Zotte (Länge etwa 1 mm). Die abstehenden Ästchen entstammen ausgekeimten Gonidien, die sich am „Stamm“ festgesetzt haben. (Dunkelfeld, Vergrößerung 10x10, nachvergrößert).

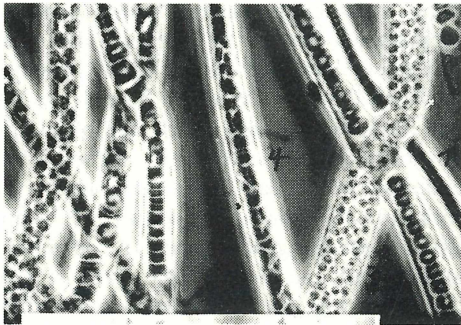


Abb. 2. *Crenothrix polyspora*, 1. Normal Zellkette in Scheide; 2. Fertige Makrogonidien in Scheide; 3. Mikrogonidien in der verdickten Scheide vor dem Austritt; 4. Quer- und Längsteilungen, Vorbereitung zur Gonidienbildung. Maßstab im unteren Bildteil: von Teilstrich zu Teilstrich 10  $\mu$ . (Phasenkontrast, 100x10, nachvergrößert).

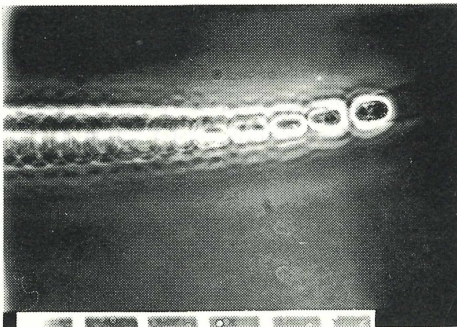


Abb. 3. *Crenothrix polyspora*, Makrogonidien vor dem Austritt aus der bereits offenen Scheide. Maßstab im unteren Bildteil: von Teilstrich zu Teilstrich 10  $\mu$ . (Phasenkontrast, 100x10, nachvergrößert).

Zotten bzw. Scheiden kann so groß sein, daß bei ihrer Abfilterung durch Nylonnetze – bis auf die Schließung der entsprechenden Brunnen die einzige bekannte Abwehrmaßnahme – bis zu 10 l pro Woche Bakterienmasse aus 6 Brunnen in diesem Beispiel anfallen können.

Das erste Auftreten von *Crenothrix polyspora* in einem Brunnen kündigt sich in chemischen Analysendaten bis auf eine leicht erhöhte Chlorzehrung und eine Verminderung des Sauerstoffgehaltes auf etwa 8 mg/l nicht an. Erst Monate später treten  $\text{NO}_2^-$  und – je nach Bodenart – Mn(II) auf. Im weiteren Ablauf der im Untergrund stattfindenden mikrobiologischen Prozesse, die durch eine konstante Zufuhr abbaubarer organischer Substanz in Gang gesetzt werden, sinkt bei fortgesetzter Produktion von *Crenothrix*-Material der Sauerstoffgehalt weiter ab,  $\text{NH}_4^+$  tritt obligat auf, Fe(II) kann vorliegen (Tab. 1, vgl. auch RÜBELT & SCHWEIS-FURTH (1972)).

Table 1. Chemische Analysendaten während *Crenothrix*-Kalamitäten in Brunnen von Trinkwasserversorgungsanlagen

	Fall 1 <sup>1</sup>	Fall 1 <sup>1</sup>	Fall 2					
	Beginn des Auftretens von <i>Crenothrix polyspora</i>	Bei Schließung des betreffenden Brunnens	Bei starker <i>Crenothrix</i> -Vermehrung					
			Brunnen 1	2	3	4	5	6
Temperatur °C	15,0	10,0	10,4	10,5	10,0	10,0	10,3	11,3
O <sub>2</sub> mg/l	4,5	5,0	4,2	0,1	0,4	1,2	0,8	1,6
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	5,0	0,25	nn	17	1,5	nn	0,2	0,1
Cl <sup>-</sup> mg/l	250	236	71	135	128	92	69	59
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	10	10	36	2,5	3,0	5,0	3,0	9,0
Fe mg/l	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
Mn mg/l	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn	nn
pH	7,1	7,0	7,1	6,9	7,0	6,9	7,1	7,3

1 Siehe Fußnote Seite . (5)

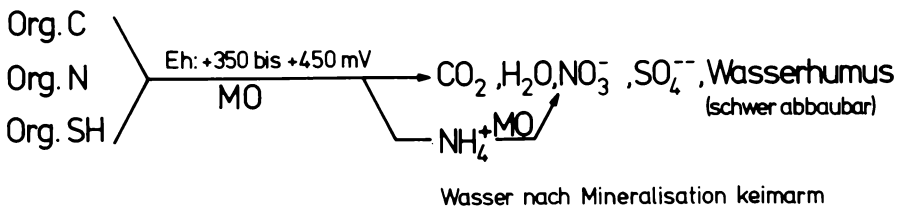
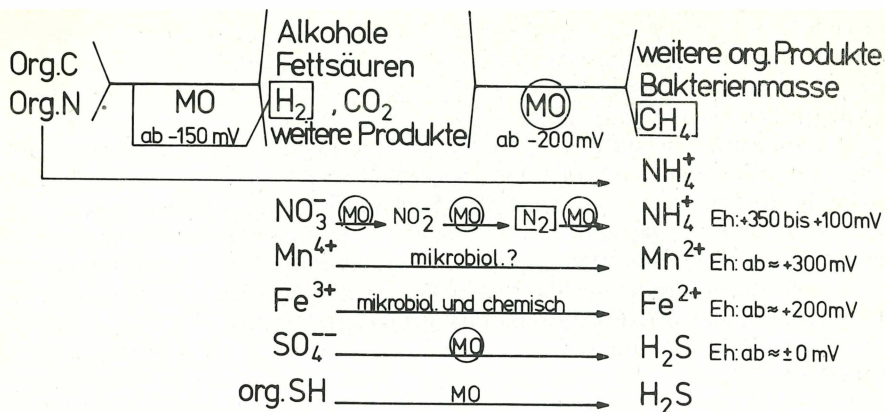


Abb. 4. Mikrobieller Abbau organischer Substanz in Wasser mit genügend Sauerstoff. Anmerkung: MO = Mikroorganismen.

Nachdem in den beschriebenen Fällen im geförderten Wasser auch N<sub>2</sub> (aus der Nitratreduktion) und CH<sub>4</sub> gaschromatographisch nachgewiesen wurden<sup>1)</sup> und unter Berücksichtigung der Tatsache, daß – z.B. im Falle der Förderung von uferfil-



### Nach Zutritt von O<sub>2</sub>-haltigem Wasser (bzw. NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-haltigem Wasser)

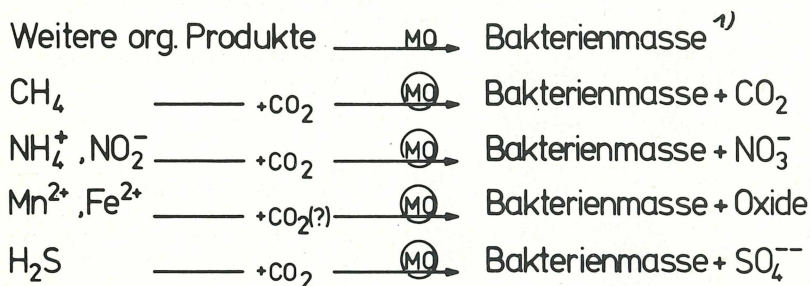


Abb. 5. Mikrobieller Abbau organischer Substanz in Wasser bei Mangel bzw. Fehlen von Sauerstoff und Auftreten von *Crenothrix polyspora* nach Zutritt von sauerstoffhaltigem bzw. nitrathaltigem Wasser. Anmerkung: MO = Mikroorganismen; MO = Durch Kultur nachgewiesene Mikroorganismen; □ = Neben NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Mn (II), Fe (II) und H<sub>2</sub>S gaschromatographisch nachgewiesen.<sup>1)</sup> *Crenothrix polyspora* als leitform.

triertem Wasser – das Hangwasser unbeeinflusst von organischer Substanz ist und somit der Sauerstoffgehalt normal und die sauerstoffabhängigen Verbindungen (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Mn(II), Fe(II)) fehlen (Abb. 4), ergeben sich die in Abbildung 5 zusammengefaßten Reaktionsabläufe. Die die Tätigkeit der Mikroorganismen bzw. die chemische Reduktion von Mn(IV) bedingenden Eh-Werte (aus PARR (1969), zit. nach KEENEY, HERBERT & HOLDING (1971)) können im gepumpten Wasser verständlicherweise nicht gemessen werden, da dieses bereits mit unbelastetem Hangwasser vermischt ist. Außerdem kann vermutet werden, daß besonders die tiefen Redoxpotentiale nicht gleichmäßig im gesamten Grundwasserleiter vorliegen sondern in einer Vielzahl von Mikrostandorten. Verminderte Eh-Werte (+200 bis +320 mV) werden jedoch in dem die Vermehrung von *Crenothrix* bedingenden Mischwasser regelmäßig gefunden.

Eine weitere Standortsdefinition für *Crenothrix polyspora* kann derzeit nicht gegeben werden, da weitere Meßdaten (Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>--</sup>, PO<sub>4</sub><sup>--</sup>, Mg<sup>++</sup>, Ca<sup>++</sup>, Na<sup>+</sup>, CO<sub>2</sub>,

$\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{--}$ ) uncharakteristisch sind, eine Aufschlüsselung der „weiteren organischen Produkte“ (entsprechend einem Kaliumpermanganat-Verbrauch von 1,5 bis 4 mg/l), die die Massenvermehrung bedingen dürften, bisher nicht möglich war und außerdem mehrjährige Kulturversuche im Laboratorium ebensowenig gelangen wie in den vergangenen 105 Jahren seit der Erstbeschreibung des Organismus durch COHN (1870).

## LITERATUR

- COHN, F. (1870): Über den Brunnenfaden (*Crenothrix polyspora*) mit Bemerkungen über die mikroskopische Analyse des Brunnenwassers. *Beitr. z. Biol. d. Pflanz.*, 1, (1): 108–131.
- KEENEY, D.R.; R.R. HERBERT & A.J. HOLDING, (1971): Microbiological Aspects of the Pollution of Fresh Water with Inorganic Nutrients. In: *Microbial Aspects of Pollution*, Ed. G. SYKES & F.A. SKINNER, 181–200, Academic Press, London, New York.
- RÜBELT, Ch. & R. SCHWEISFURTH, (1972): Massenvermehrung schleimbildender Mikroorganismen in ufernahen Trinkwasserversorgungsanlagen – aus chemischer Sicht. *Zbl. Bakt. I*, Ref. 230: 394–395.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. rer. nat. R. SCHWEISFURTH, Universität des Saarlandes, 665 Homburg.