

4.2 U N T E R S U C H U N G E N Z U R P H - T O L E -
R A N Z V O N B A K T E R I E N A U S
Q U E L L N A H E N B Ä C H E N M I T U N T E R -
S C H I E D L I C H E N P H - W E R T E N
von J. Marxsen, Schlitz

4.2.1 E I N L E I T U N G

Während über die Folgen der Versauerung von Bächen für Tiere und Pflanzen schon zahlreiche Untersuchungen durchgeführt wurden, ist über die Wirkung auf Biozöosen heterotropher Mikroorganismen kaum etwas bekannt /1/. Die hier vorgelegten Resultate über die pH-Ansprüche von Bakterien aus quellenahen Bächen mit saurem bis schwach alkalischem Wasser zeigen zwar kein abgerundetes Bild über die Unterschiede von Bakterien-Biozöosen in versauerten oder sauren Bächen im Vergleich mit nicht beeinträchtigten Gewässern. Sie geben jedoch erste Aufschlüsse über die Wirkung niedriger pH-Werte auf Bakteriengemeinschaften in Fließgewässern.

4.2.2 D I E U N T E R S U C H T E N G E W Ä S S E R

In der Mittelgebirgs-Landschaft um Schlitz (Osthessen) befinden sich zahlreiche kleine Bäche, die auf Grund differierender geologischer Gegebenheiten und verschiedenartiger anthropogener Nutzungen ihrer Einzugsgebiete deutliche Unterschiede im Gewässerchemismus aufweisen. So gibt es Bäche mit pH-Werten von zeitweise unter 4 oder über 8. Diese Gewässer eignen sich daher gut für Untersuchungen über den Einfluß des pH auf Mikroorganismen-Biozöosen.

Der **Breitenbach** (Btb) ist ein kleiner Bach auf Buntsandstein-Untergrund, der nach etwa 4 km Fließstrecke in die Fulda mündet (Bild 1). Sein Einzugsgebiet ist überwiegend bewaldet. Im oberen Abschnitt steht der Wald noch ± dicht

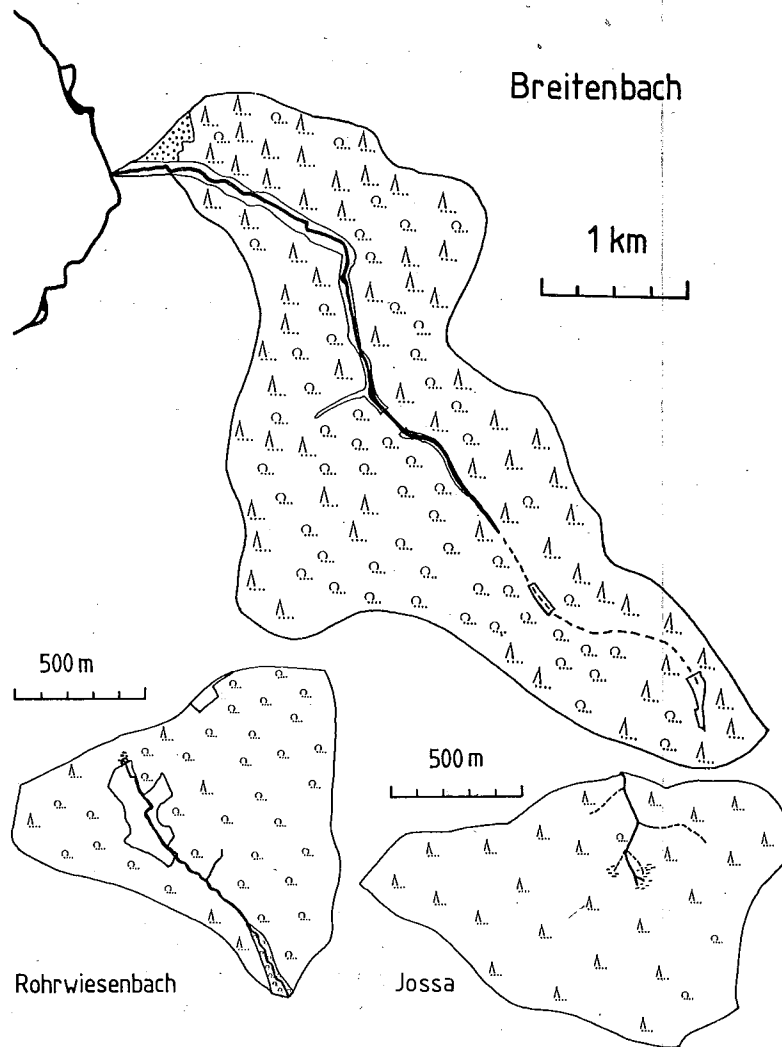


Bild 1: Die Einzugsgebiete der 3 untersuchten Bäche

am Ufer. Weiter unten begleiten Wiesen den Bach, zunächst auf einer, später auf beiden Seiten. Im Mittel- und Unterlauf ist der Bach zwar überwiegend ein Wiesenbach, aber organisches Material aus seiner Umgebung bleibt auch hier als Nahrungsgrundlage für die Organismen des Baches von großer Bedeutung /2/. Der pH des Bachwassers liegt etwa im Neutralbereich (Bilder 2 und 3), bachabwärts langsam zunehmend. Bild 3 zeigt zusätzlich die pH-Werte in den oberen Schichten der sandigen Sedimente dieses Baches.

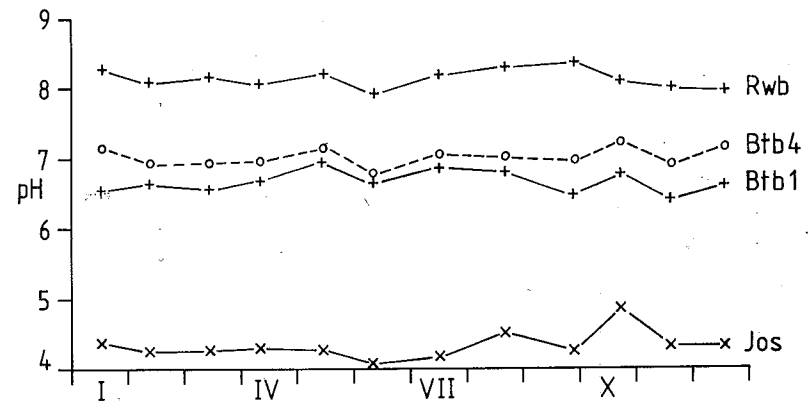


Bild 2: pH-Werte im Wasser der untersuchten Bäche (1985)
 Btb 1 = Breitenbach-Oberlauf, Btb 4 = Breitenbach-Unterlauf, Rwb = Rohrwiesenbach, Jos = Jossa-Quellbach

Das Einzugsgebiet des **Rohrwiesenbaches** (Rwb), zumindest des oberen, untersuchten Abschnittes, ist überwiegend mit Laubwald bestanden (Bild 1). Der Bach entspricht noch am ehesten einem natürlichen Waldbach, wie sie in Mitteleuropa ursprünglich vorkamen. Sein Wasser ist auf Grund besonderer geologischer Bedingungen kalkreich, so daß der pH meist über 8 liegt (Bild 2).

Der dritte Bach, der Quellbach der Jossa (Jos), ist in seinem oberen Abschnitt ebenfalls ein Waldbach (Bild 1). Allerdings wachsen in seinem Einzugsgebiet, wiederum auf

Buntsandstein, fast ausschließlich Fichten. Der pH kann bis unter 4 gehen, normalerweise liegt er etwas darüber (Bild 2). Es ist naheliegend, diesen niedrigen pH-Wert auf den Einfluß von saurem Regen und fast reinem Fichtenbestand im Einzugsgebiet - auf der Grundlage des aus geologischen Gründen nur schwach gepufferten Wassers - zurückzuführen.

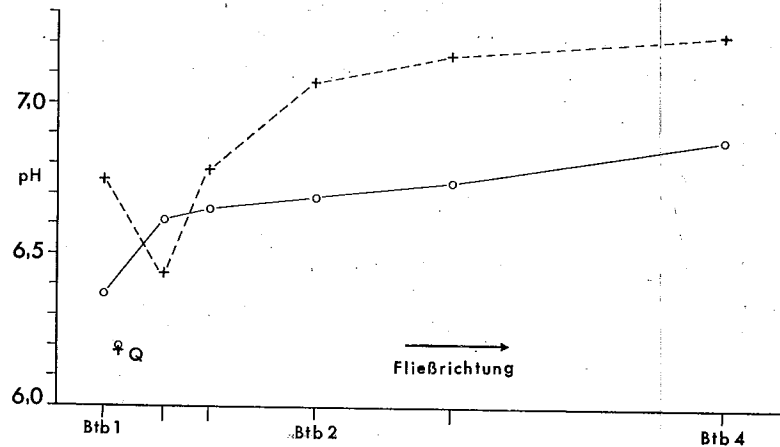


Bild 3: pH-Werte im fließenden Wasser (+---+) und im Interstitialwasser der oberen Schichten (0 - 2,5 cm) von sandigem Sediment (o—o) des Breitenbaches (28.8.1984). Im Sediment des Bachbetts wurde der niedrigste Wert im Oberlauf gemessen (6,37), unmittelbar vor dem Zufluß stark schütten-der Limnokrenen am Mittellauf. Bachabwärts erfolgte eine kontinuierliche Zunahme bis auf 6,88 kurz vor der Mündung in die Fulda. Besonders niedrig war der pH im Bereich der Limnokrenen am Mittellauf (Q: 6,20 im Sediment des Quelltümpels, 6,18 im Quellwasser) infolge des CO₂-übersättigten Quellwassers.

Der pH des Bachwassers lag normalerweise um etwa 0,4 Einheiten über dem des Sediments. Nur unterhalb des Zuflusses der Limnokrenen wurden zunächst niedrigere Werte gefunden, die sich nach etwa 500 m Fließstrecke wieder normalisieren.

Allerdings handelt es sich hierbei nur um eine Annahme, insbesondere weil aus früheren Jahrzehnten keine Untersuchungen über dieses Gewässer vorliegen.

Die unterschiedlichen Gehalte an gelöster organischer Substanz im Wasser der Bäche zeigt Bild 4. Im Breitenbach messen wir meist um 2 mg C/l - für einen derartigen Bach normale Werte -, in den Waldbächen dagegen deutlich höhere Gehalte: 4,0 mg/l als Jahresmittel 1985 im Rohriesenbach, sogar 5,9 im Jossa-Quellbach. Die höheren Werte im Rwb können durch die unterschiedlichen Einzugsgebiete erklärt werden. Den noch höheren DOC-Konzentrationen des Jossa-Wassers entspricht jedoch sicher nicht eine höhere Produktion an organischer Substanz in deren Einzugsgebiet.

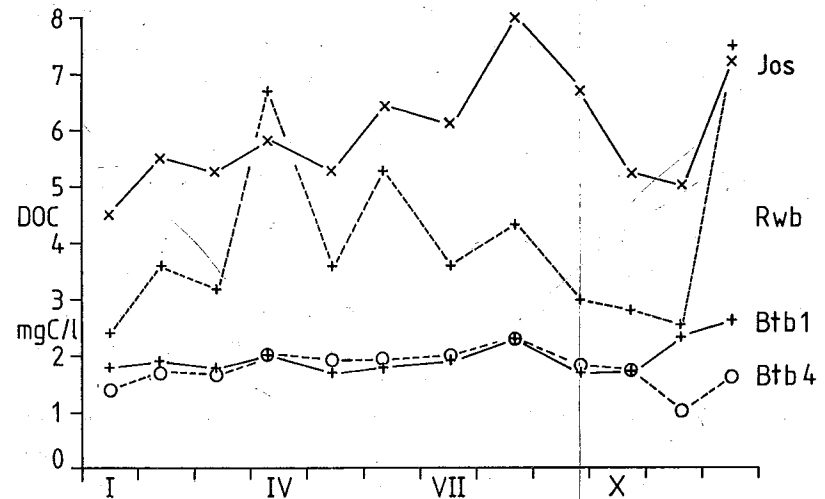


Bild 4: Gelöste organische Substanz (DOC) im Wasser der untersuchten Bäche (1985); Abkürzungen vgl. Bild 2

4.2.3 METHODIK

Für eine erste orientierende Untersuchung über die pH-Ansprüche der Bakterien im Wasser der 3 Bäche wurden die Zahlen koloniebildender Einheiten (KBE) in Abhängigkeit vom pH des Nährbodens ermittelt. CPS-Medium (Casein, Pepton und Stärke) /3/ wurde mit Schwefelsäure bzw. KOH auf pH-Werte von 4,0, 5,6, 7,2 und 8,2 eingestellt, entsprechend in etwa dem pH-Bereich des Wassers der Untersuchungsstellen.

Die am 25.3. und 27.3.1985 entnommenen Proben wurden mit filtriertem (0,2 um Membranfilter) und autoklaviertem Wasser von der jeweiligen Probenstelle verdünnt. Jeweils 0,1 ml verschiedener Verdünnungsstufen wurden in 3 Parallelen ausgespatelt. Nach 4-wöchiger Bebrütung (d.h. zum Zeitpunkt der maximalen Entwicklung der Koloniezahlen) bei 20° C wurden die gewachsenen KBE gezählt.

Aus dem Rohrwiesenbach und dem Jossa-Quellbach wurde jeweils eine Probe entnommen, aus dem Breitenbach dagegen 6, an über den Bachlauf verteilten Stellen (s. Bild 5).

Alle Proben aus dem Btb hatten Höchstwerte bei pH 7,2 (Bilder 5 und 6), von der Limnokrene (Btq) angefangen über den Bachoberlauf (Btb Ob) bis zum Unterlauf (Btb 4). Auffällig ist, daß in der Quelle (pH 6,18) der Anteil der KBE, die bei pH 5,6 wachsen, 99 % des Wertes von pH 7,2 ausmacht, und daß dieser Anteil im Oberlauf (pH 6,46) noch 88 % beträgt, aber mit den Ansteigen des pH-Wertes bachabwärts bis auf 43 % abnimmt. Ähnlich ist auch der Anteil der bei pH 8,2 wachsenden Kolonien in der Quellprobe am höchsten (91 %), beträgt im Oberlauf noch über 80 % und sinkt bachabwärts ebenfalls ab, wenn auch nicht so tief und nicht kontinuierlich. Die Koloniezahlen bei pH 4,0 sind durchweg sehr niedrig, fast immer unter 10 % der Werte bei pH 7,2, und unterscheiden sich an den verschiedenen Untersuchungsstellen des Btb meist nicht signifikant voneinander.

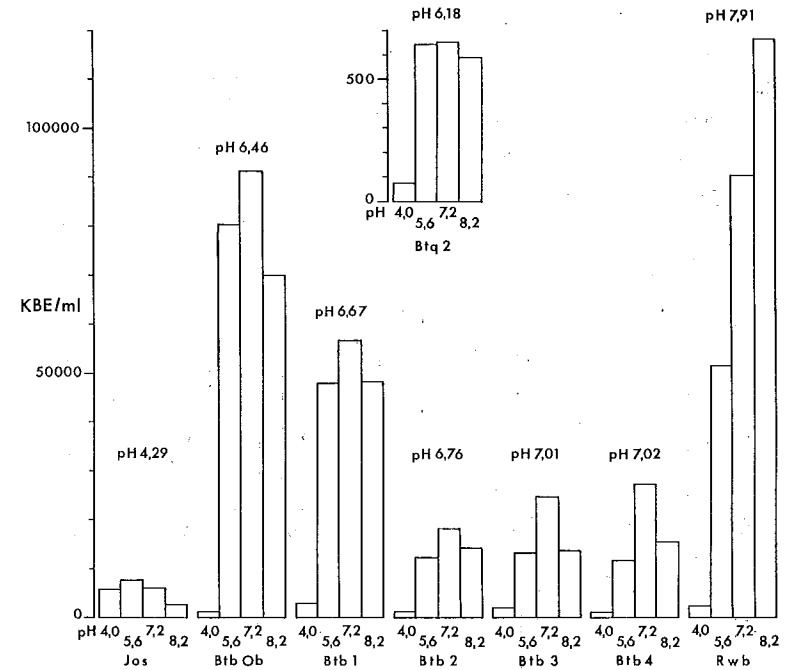


Bild 5: Anzahl koloniebildender Einheiten (KBE) in Abhängigkeit vom pH des Nährbodens. Unter den Säulen ist jeweils der pH des Mediums angegeben, darüber der des Wassers an der Probenstelle. Verteilung der 6 Probenstellen im Btb:

Btb Ob = Oberlauf ca 1 km unterhalb der Quelle, Btb 1 = am Ende des Oberlaufes vor dem Zutritt der Limnokrenen, Btq 2 = eine der Limnokrenen am Beginn des Mittellaufes, Btb 2, Btb 3 = jeweils Mittellauf, ca 1,5 bzw. 1,0 km oberhalb der Mündung, Btb 4 = Unterlauf ca 300 m oberhalb der Mündung.

Innerhalb des Breitenbachs gibt es also offensichtlich an verschiedenen Stellen des fließenden Wasserkörpers unterschiedliche Bakteriengemeinschaften, die in ihren pH-Ansprüchen variieren. Die Bakterien des Quelltümpels decken

einen relativ breiten pH-Bereich mit gleich hohen Koloniezahlen ab, während vom Oberlauf bachabwärts dieses pH-Spektrum sich nicht nur allmählich zum Alkalischen hin verschiebt, sondern auch schmaler wird, d.h. der Toleranzbereich der Biozönose wird bachabwärts enger.

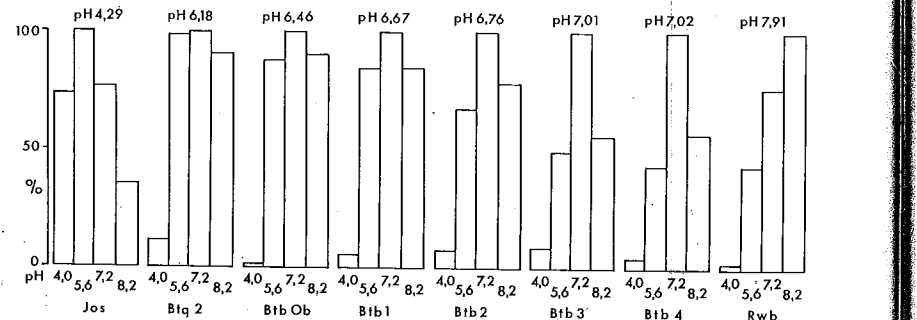


Bild 6: Anzahl der KBE in Abhängigkeit vom pH des Nährbodens, in % des Höchstwertes der jeweiligen Probenstelle. Weitere Erklärungen vgl. Bild 5

Die Bakterien aus dem kalkreichen Rwb wachsen am besten auf den Platten mit pH 8,2. Mit Abnahme des pH geht die Zahl der ermittelten KBE zurück. Die meisten Bakterien aus dem Jossa-Wasser wuchsen bei pH 5,6. Bei pH-Werten von 4,0 und 7,2 waren es noch etwa 75 % dieses Wertes und bei pH 8,2 35 %. Bei den höheren pH-Werten von 5,6 - 8,2 wurden in der Jossa absolut deutlich weniger KBE gefunden als an den anderen Untersuchungsstellen (ausgenommen die bakterienarme Quelle). Bei pH 4,0 jedoch wies dieser Bach mit 5800 KBE/ml mit Abstand den höchsten Wert auf.

Bei mikroskopischen Untersuchungen findet man im fließenden Wasser des sauren Jossa-Quellbaches kaum weniger Bakterien als in den anderen Bächen (unpubl. Daten). Dagegen sind

diese Unterschiede bei den kultivierbaren Bakterien deutlich größer. Das bedeutet aber nicht unbedingt, daß die Zahl der aktiven oder lebensfähigen Zellen in diesem Bach kleiner ist als in den Bächen mit pH-Werten im Neutralbereich. Es kann auch sein, daß der angebotene Nährboden für die Bakterien aus der Jossa nur weniger geeignet ist als für die Bakterien aus den anderen Bächen.

Auf jeden Fall sind die Bakteriengemeinschaften der 3 Bäche deutlich unterschiedlich zusammengesetzt, und der pH-Wert des Wassers ist für diese Unterschiede zumindest mitentscheidend. Ins Einzelne gehende Analysen über die Zusammensetzung der Bakterienbiozönosen wurden zwar nicht durchgeführt. Es fiel jedoch auf, daß im Jossa-Wasser die Gruppe der *Cytophaga*-artigen Bakterien völlig fehlte, die an allen anderen Probenstellen einen großen Anteil an den Kolonien erreichten.

4.1.4 SCHRIFTTUM

- /1/ MARXSEN, J. (1987): Untersuchungen zur bakteriellen Biomasse und zur bakteriellen Aufnahme von Glucose in 2 Bächen des Kaufunger Waldes (Nordhessen). *Philippia*, Band 5, S. 423 - 432.
- /2/ MARXSEN, J. (1988): Evaluation of the importance of bacteria in the carbon flow of a small open grassland stream, the Breitenbach. *Arch. Hydrobiol.* Band 111, S. 339 - 350
- /3/ COLLINS, V.G.; WILLOUGHBY, L.G. (1962): The distribution of bacteria and fungal spores in Blelham Tarn with particular reference to an experimental overturn. *Arch. Mikrobiol.* Band 43, S. 294 - 307.