

# Störungen der Mikrobiologie in natürlich aufbereiteten Gewässern durch Sulfat

dzst. Grenzwert: 40 mg/l  
durch Laboruntersuchungen im Großen und Ganzen bestätigt  
Hintergründe

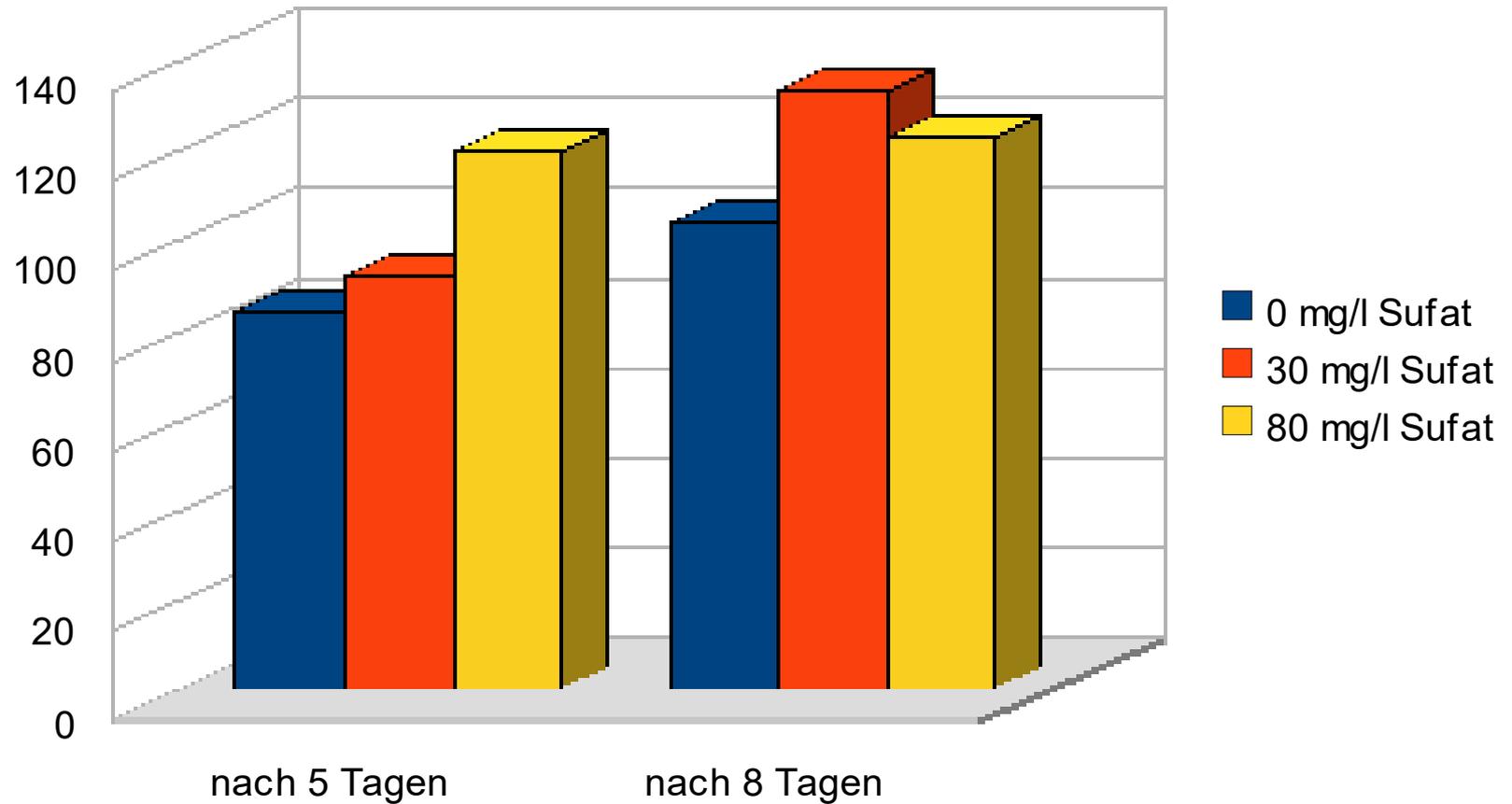


## Versuchsaufbau

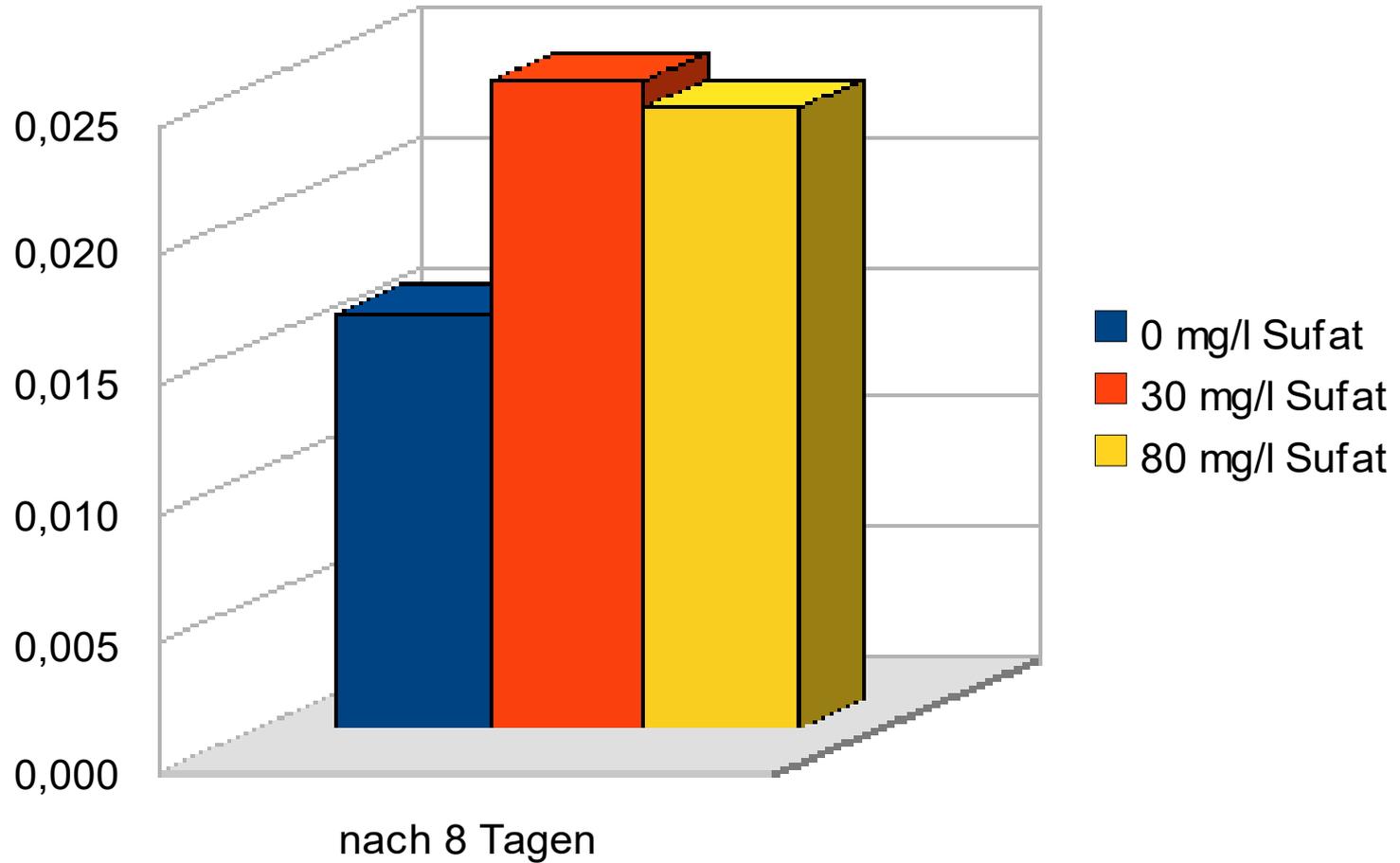


# Phosphorgehalt im Wasser der Versuchsanlagen

## Entwicklung Ptot



# Trübe



## Sulfat-Quellen

Sulfat ist ein potenzieller Problemstoff im Wasser, für den der Mensch ausnahmsweise nichts kann. Es handelt sich um keine klassische Verschmutzung. Vielmehr sind es häufig geologische Untergründe, welche Grundwasser mit Sulfat-Ionen aufladen, genauer gesagt Lagerstätten von Gips (also Kalziumsulfat). Solche Lagerstätten können lokal praktisch überall auftreten, die einzige Sicherheit, hohe Wert im Wasser aufzuspüren, sind Analysen (Schnelltests möglich). Neben Kalziumsulfat kann etwa in Mineralwässern Sulfat auch in Form von Glaubersalz (Natriumsulfat) oder Bittersalz (Magnesiumsulfat) enthalten sein. Vor allem in Gegenden, in denen auch Mineralwässer gefördert werden, ist daher auch mit Sulfat zu rechnen.



Schon Johann Wolfgang von Goethe wusste es, Schwefel ist nichts Gutes: „Die Hölle schwoll von Schwefelstank und -säure, Das gab ein Gas! Das ging ins Ungeheure“ (Faust, der Tragödie zweiter Teil). Tatsächlich kann schwefelhaltiges (genauer: sulfathaltiges) Wasser in Schwimmteichen und erst recht in Naturpools einiges anrichten. Die Tücke an der Sache ist, dass Sulfat – ähnlich wie auch Phosphat - für die menschliche Gesundheit wenig bedenklich ist. Trinkwassernormen erlauben 250 mg/l an Sulfat und das ist für Naturpools und Schwimmteiche nachweislich fatal.



## Sulfat-Quellen

Sulfat ist ein potenzieller Problemstoff im Wasser, für den der Mensch ausnahmsweise nichts kann. Es handelt sich um keine klassische Verschmutzung. Vielmehr sind es häufig geologische Untergründe, welche Grundwasser mit Sulfat-Ionen aufladen, genauer gesagt Lagerstätten von Gips (also Kalziumsulfat). Solche Lagerstätten können lokal praktisch überall auftreten, die einzige Sicherheit, hohe Wert im Wasser aufzuspüren, sind Analysen (Schnelltests möglich). Neben Kalziumsulfat kann etwa in Mineralwässern Sulfat auch in Form von Glaubersalz (Natriumsulfat) oder Bittersalz (Magnesiumsulfat) enthalten sein. Vor allem in Gegenden, in denen auch Mineralwässer gefördert werden, ist daher auch mit Sulfat zu rechnen.



## Was Sulfat anrichten kann

Im gut sauerstoffversorgem Wasser ändert sich am Sulfat nichts. Erst wenn molekularer Sauerstoff knapp wird, greifen Mikroorganismen auf in Sulfat- oder Nitrat-Molekülen gebundene Sauerstoffatome (4 Stück im Falle des Sulfats,  $\text{SO}_4$ ) zurück. In Sedimenten ist das ebenso der Fall, wie in tieferen Schichten ( $>250 \mu\text{m}$ ) eines Biofilms. Wird das Sulfat seiner Sauerstoffatome beraubt entsteht giftiger Schwefelwasserstoff ( $\text{H}_2\text{S}$ ), bekannt durch seinen penetranten Geruch nach faulen Eiern. Das fatale Ergebnis ist, dass sich der Biofilm von Naturpools, der ja eigentlich Nährstoffe speichern und so das Wasser reinigen sollte, sich selbst vergiftet.



In vertikalen, gedrückten Filtern ist kann dies zu dem bekannten Phänomen kleiner Dreckvulkane führen. Dabei wird scheinbar Erde aus der Tiefe nach oben befördert und zu kleinen Kegeln aufgehäuft. Tatsächlich handelt es sich bei der Erde um die Überreste des laufend absterbenden Filterkuchens, des Biofilms. Dass ein derart vergifteter Filter seinen Job nicht mehr korrekt erfüllen kann, liegt auf der Hand. Wenngleich die Vorgänge im Detail noch nicht restlos geklärt sind, kommen auch Schwimmteiche mit hohen Sulfat-Werten und dem entstehenden Schwefelwasserstoff schlecht bis nicht zurecht.



## Wann wird es bedenklich wird

Derzeit gelten Füllwässer mit Sulfat-Werten über 40 mg/l als sanierungsbedürftig. Dieser Wert ergab sich hauptsächlich empirisch aus Erfahrungsdaten. In Laborversuchen (IG Wsser) konnte die Stichhaltigkeit weitgehend bestätigt werden. So ergaben sich bei Belastungen von 80 mg/l deutliche Hinweise auf eine Hemmung der Phosphor-Festlegung in kleinen Testfiltern. Bei einer Belastung von 30 mg/l brachte der Versuch zwar Hinweise auf Hemmungen, aber keine signifikanten Ergebnisse.



## Abhilfe

Im Falle von hohen Sulfatwerten sollte aufgrund der relativ aufwändigen Sanierungsmethoden die Suche nach alternativen Füllwässern Vorrang haben (z. B. Leitungswasser statt Brunnenwasser oder umgekehrt; Anlieferung von Wasser mit Tankwagen etc.). Gibt es keine Alternative kann sulfathältiges Wasser durch Einsatz von Anionenaustauschern saniert werden. Dabei werden – nomen ist omen - ausschließlich Anionen wie eben das Sulfat entfernt. Erwünschte Kathionen (Kalzium, Magnesium) bleiben dagegen erhalten. Das Wasser muss daher nach Behandlung mit Anionenaustauschern nicht wieder künstlich mit Mineralien versetzt werden.



Im Gegensatz etwa zu Phosphor-Fällungen mit Aluminiumsalzen ist die Methode des Ionenaustauschens nicht von pH-Wert abhängig. Die Sulfatreduktion kann daher auch in bereits bestehenden, gefüllten Anlagen durchgeführt werden. Muss nach der Sanierung bzw. nach der Erstbefüllung mit alternativen Wässern laufend sulfathaltiges Wasser nachgefüllt werden, kann die Sulfatentfernung nach Bedarf wiederholt werden. Anlagen zur Sulfatentfernung auf Basis Anionenaustauscher werden kommerziell angeboten.



Anders ist die Situation nach Vollentsalzungen (Anionen- und Kationenaustausch, Destillation bzw. Umkehrosmose). In solchen Wässern sind ebenfalls Sulfatbelastungen entfernt, es bedarf für den Einsatz in Schwimmteichen und Naturpools aber des Zusatzes spezieller Mineralienmischungen, da es ansonsten vor allem mit der Härte und der Pufferung gegen pH-Schwankungen Probleme gibt. Alternativ können sulfathältige Wässer durch Gaben von Löschkalk saniert werden. Die Methode ist allerdings wenig praktikabel, da große Mengen an Löschkalk nötig sind, was den pH-Wert stark in den basischen Bereich verschiebt. Für zwischengelagertes Wasser (etwa in Zisternen) wären solche Methoden jedoch denkbar.



Sulfat reduziert sich auch von selbst in Schwimmteichen oder Naturpools. Allerdings geht der Prozess sehr langsam vonstatten und die Teiche sind während dieser Zeit den oben erwähnten Problemen (schlechte Biofilmbildung, Trüben, Algen) ausgesetzt. Nitrit aus Nitrat Der gleiche mikrobiologische Mechanismus, der aus Sulfat Schwefelwasserstoff produziert, kann Nitrat in giftiges Nitrit verwandeln. Auch dabei wird von Bakterien ein Sauerstoffatom des Nitrat-Ions ( $\text{NO}_3$ ) abgespalten und es entsteht Nitrit ( $\text{NO}_2$ ).



Anders als beim Schwefelwasserstoff wird das Nitrit unter konstant sauerstoffarmen oder sauerstofffreien Bedingungen weiter zum weniger bedenklichen Ammonium ( $\text{NH}_4$ ) reduziert. Problematisch kann es dennoch werden, nämlich genau an den Grenzen zwischen sauerstoffversorgten und sauerstoffarmen Zonen. Ammonium ist – ebenso wie Nitrit eine Verbindung, in der chemische Energie steckt. Unter Anwesenheit von Sauerstoff wird Ammonium - wiederum über den Zwischenschritt Nitrit – zum Zwecke der Energiegewinnung zu Nitrat oxidiert. Grenzschichten zwischen sauerstoffreichen und sauerstoffarmen Arealen (klassisch: Pflanzballen in Kiesschüttungen) werden damit von beiden Seiten mit Nitrit versorgt und es kann sich anhäufen bis es toxische Konzentrationen erreichen.

