Kurzzusammenfassung

Mikroorganismen haben die Eigenschaft, sich an Oberflächen anzulagern und diese durch Produktion von extrazellulären polymeren Substanzen (EPS) mit einem Film zu überziehen. Die Mikroorganismen zusammen mit den EPS werden als Biofilme bezeichnet. Diese sind in der Lage, Metallionen aus dem umgebenden Medium anzureichern. Daher kann die Untersuchung von Biofilmen als umweltanalytisches Monitoring-Verfahren auf Metallionen eingesetzt werden. Üblicherweise werden die Metallgehalte in den Biofilmen nach Isolierung von ihren natürlichen Oberflächen, Trocknung und Säureaufschluss bestimmt und auf die Trockenmasse des Biofilms bezogen. Dieses Verfahren birgt jedoch das Risiko von Elementverlusten oder Kontaminationen und ist recht aufwendig.

Es wurde ein Verfahren entwickelt, bei dem die Biofilme unmittelbar auf den Probenträgern der Totalreflexions-Röntgenfluoreszenzanalyse (TRFA) in Flussläufen gezüchtet und nach Trocknung sowie Zugabe eines internen Standards ohne weitere Bearbeitung direkt mit der TRFA gemessen werden. Zur Quantifizierung der in den Biofilmen akkumulierten Metallmengen wurden neben der Trockenmasse der Biofilme deren Kohlenhydratmengen als Bezugsgrößen verwendet. Hierzu wurde ein Verfahren zur Ablösung der Biofilme von den Probenträgern mittels Ultraschall-Mikrosonde und ihrer anschließenden Hydrolyse durch Salzsäure entwickelt. Die Kohlenhydratbestimmung in den erhaltenen Lösungen erfolgte photometrisch nach Dubois. Weiterhin wurden die ebenfalls durch Direktmessung mit der TRFA bestimmten Schwefel- und Phosphormengen der Biofilme auf ihre Verwendung als Bezugsgrößen zur Quantifizierung der Metallmengen überprüft.

Eine Varianz- sowie eine Korrelationsanalyse ergaben, dass die Schwefel-, Phosphorund Kohlenhydratmengen als Bezugsgrößen für die absoluten Metallmengen in den gemessenen Biofilmen geeignet sind. Die Reproduzierbarkeit lag zwischen 6 und 22 %. Die häufig verwendete Trockenmasse hingegen ist nicht als Bezugsparameter geeignet. Der entscheidende Vorteil des entwickelten Verfahrens liegt bei Verwendung von Schwefel und Phosphor als Bezugsgrößen darin, dass jegliche Aufarbeitung der Biofilme entfällt.

Diese Ergebnisse zeigen, dass Schwefel und Phosphor in den untersuchten Biofilmen praktisch nicht als freie Sulfate bzw. Phosphate vorliegen, sondern hauptsächlich Teil der bioorganischen Matrix sind. Sie sind ebenso wie die Metallionen und die Kohlenhydrate in die Stoffwechselvorgänge eingebunden.

Eine Korrelationsanalyse ergab, dass bei allen untersuchten Elementen mit Ausnahme von Titan und Kupfer eine signifikante Korrelation zwischen den jeweiligen Metallgehalten der Kompartimente Biofilm, Wasser, Schwebstoff sowie mit der Summe der Gehalte in Wasser und Schwebstoff besteht. Es deutet sich damit an, dass man anstelle von Wasser-, Schwebstoff- bzw. Mischproben auch Biofilme für die Kennzeichnung der Belastungssituation von Gewässern heranziehen kann.

Die festgestellten Korrelationen verdeutlichen, dass die Biofilme die Metallionen elementspezifisch aus dem Medium anreichern und verstoffwechseln. Die ermittelten Metallgehalte in den Biofilmen zeigten einen zeitlich abhängigen, sigmoiden Verlauf. Bei allen Elementen war zunächst eine starke Anreichung zu erkennen, die sich dann meistens einem Grenzwert näherte. Die relativen Elementverteilungsmuster der Biofilme eines Probennahmepunktes waren auch nach unterschiedlicher Wachstumsdauer nahezu gleich.

Die Eignung des entwickelten Verfahrens wurde prototypisch an Biofilmen aus Oder und Elbe demonstriert.