

Abschlussbericht 2025

Schäfersee-Verfahren

Stützung oder Sanierung von Gewässern mit sauerstoffarmen Wasserkörpern und hochbelasteten Sedimenten durch Stimulierung eines klimaneutralen mikrobiellen Abbaus

BMBF-Fördermaßnahme *KMU-innovativ: Ressourceneffizienz und Klimaschutz*

Anwendungsbereich: Nachhaltiges Wassermanagement

Förderkennzeichen: 02WQ1548A-B

Teil I – Gemeinsamer Kurzbericht

Büro Wassmann & Technische Universität Berlin, FG Umweltmikrobiologie

Laufzeit: 01.05.2021–30.04.2025

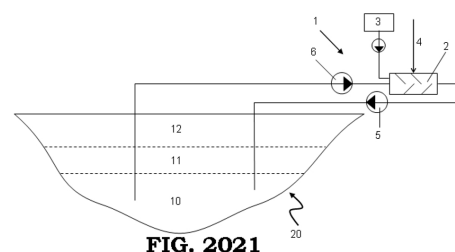
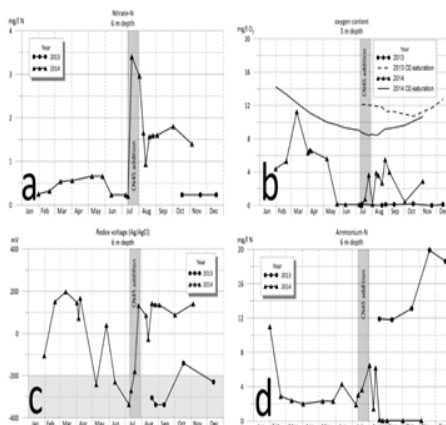


FIG. 2021



Kurzbericht (Teil I)

Forschungsprojekt „Schäfersee-Verfahren“ – Stützung oder Sanierung von Gewässern mit sauerstoffarmen Wasserkörpern und hochbelasteten Sedimenten durch Stimulierung eines klimaneutralen mikrobiellen Abbaus

Das Verbundvorhaben wurde gemeinsam von dem Büro Wassmann (Koordination, Felduntersuchungen und Anwendungstechnik) und der Technischen Universität Berlin, Fachgebiet Umweltmikrobiologie (mikro- und molekularbiologische Analysen sowie Felduntersuchungen), durchgeführt. Ziel war die Entwicklung, Erprobung und wissenschaftliche Bewertung eines umweltverträglichen Verfahrens zur Stützung und Stabilisierung stark belasteter Gewässer.

Viele stehende Gewässer in Deutschland weisen Sauerstoffmangel und eine hohe organische Belastung auf. Ursachen sind externe Stoffeinträge, Eutrophierung und Klimawandel, aber auch interne Prozesse wie die mikrobielle Zersetzung organischen Materials in den Sedimenten. Dabei wird der verfügbare Sauerstoff rasch aufgezehrt, was zu anoxischen Milieus, Faulschlammablagerungen und der Bildung von toxischen Gasen wie Schwefelwasserstoff (H_2S) und klimarelevanten Gasen wie Methan (CH_4) führt. Diese Prozesse begünstigen die Rücklösung von Phosphor, verursachen Geruchsbelastungen, beeinträchtigen benthische Lebensgemeinschaften und beschleunigen die Eutrophierung.

Im urbanen Raum verschärfen Einträge von ungereinigtem Regenabwasser von Straßen die Belastungssituation: Neben erhöhten Nährstofffrachten gelangen auch organische Schadstoffe wie Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW) und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) sowie Schwermetalle in die Systeme. Unter anoxischen Bedingungen werden viele dieser organischen Stoffe nur unzureichend abgebaut; Schwermetalle sind nicht abbaubar und können sich im Sediment anreichern.

Das Schäfersee-Verfahren[®] wurde ursprünglich am Berliner Schäfersee als Konzept zur gezielten Beeinflussung der Redoxverhältnisse entwickelt. Im vorliegenden Forschungsprojekt wurde dieses Konzept weitergeführt und eine kompakte, intelligent gesteuerte Anlage entwickelt, die Messung, Bewertung und Regelung in einem geschlossenen System vereint. Die Kombination einer dosierten Calciumnitrat-Zufuhr mit sauerstoffangereichertem Wasser und einem kontinuierlichen Online-Monitoring führte zur Entwicklung einer adaptiven Prozesssteuerung, die die mikrobiellen Abbauprozesse im Sediment gezielt steuert.

In drei Demonstrationsgewässern – dem Schäfersee und dem Fennsee in Berlin sowie dem Jörne Meerke in Neuss – wurde die Wirksamkeit und Unbedenklichkeit des Verfahrens an unterschiedlichen Gewässertypen und Standortbedingungen nachgewiesen. Bereits kurz nach Beginn der Behandlung zeigte sich eine vollständige Unterbindung der Schwefelwasserstoffbildung sowie eine tendenzielle Verringerung der Methanemissionen. Gleichzeitig stabilisierten sich die Redoxverhältnisse, und Phosphor wurde im Sediment gebunden; geochemische Untersuchungen zeigten Hinweise auf die Bildung mineralischer Phosphorverbindungen.

Begleitende Analysen der TU Berlin belegten in einem untersuchten Gewässer eine Verschiebung der

mikrobiellen Gemeinschaften hin zu oxidativen und denitrifizierenden Prozessen sowie eine tendenzielle Abnahme methanbildender Organismen. Trotz vorhandener Sedimentbelastungen mit (Halb)Metallen und organischen Schadstoffen (PAK, MKW, EOX) zeigte sich keine relevante Mobilisierung bedenklicher Stoffe; Hinweise auf eine durch die Behandlung ausgelöste Freisetzung von Metallen ergaben sich nicht. Unter den durch das Verfahren geschaffenen oxidativen Bedingungen zeigte sich keine Anreicherung, sondern eine tendenzielle Abnahme persistenter organischer Kohlenwasserstoffe (u. a. MKW/EOX, PAK weitgehend stabil); zudem wurden Hinweise auf eine Verringerung des gelösten organischen Kohlenstoffs (DOC) beobachtet. Metagenomische Analysen wiesen in den Sedimenten Gene für Oxygenasen nach, die den aeroben Abbau organischer Kohlenwasserstoffe katalysieren, sowie funktionelle Gene, die mit der Nitratatmung in Verbindung stehen.

Insgesamt zeigen die im Projekt ermittelten Daten, dass die durch das Verfahren geschaffenen Redoxbedingungen den mikrobiellen Abbau organischer Stoffe fördern, insbesondere durch die Bereitstellung von Nitrat und Sauerstoff als Elektronenakzeptoren, ohne neue Risiken zu schaffen. Während der Behandlungsphasen blieben die Nitratgehalte im Wasserkörper auf niedrigem Niveau, was die kontrollierte und bedarfsgerechte Dosierstrategie widerspiegelt. Das Verfahren zeigte, dass durch die Kombination gezielter Nitratdosierung mit intelligenter Prozesssteuerung eine ressourcenschonende, klimaneutrale und langfristig stabile Stützung eutropher und kontaminierter Gewässer möglich ist.

Im Vergleich zu herkömmlichen Belüftungs- oder Entschlammungsverfahren ermöglicht das Schäfersee-Verfahren® eine energieeffiziente, steuerbare und ökologisch verträgliche Stabilisierung der Gewässerprozesse, da es auf die gezielte Unterstützung mikrobieller Stoffumsätze anstelle mechanischer Eingriffe setzt. Die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse bilden die Grundlage für die weitere Anwendung und Optimierung des Verfahrens in unterschiedlichen Gewässertypen und liefern wichtige Beiträge zur klimagerechten Bewirtschaftung aquatischer Ökosysteme.