

**Feuerlösch- und
Brandschutzservice**
Jean Kesper
2641 Schottwien, Göstritz 117
Mobil: 0650 / 88 49 867
www.brandschutz-kesper.at
e-mail: office@brandschutz-kesper.at



*a.o.Univ.Prof.Dipl.Ing.Dr. Rudolf Braun
Dr. Andreas P. Loibner
IFA-Tulln – Abt. Umweltbiotechnologie
Universität für Bodenkultur*

*Biotechnologie Forschungs-& Entw. GesmbH
Heuberggasse 56 r
1170 Wien*

31. Mai 2002

Entfernung von Ölverunreinigungen auf Gewässern

Anwendung von Lösungsvermittlern in Kombination
mit ölabbauenden Bakterienkulturen

Problemstellung

Im Zuge einer ständig wachsenden Nutzung von Gewässern zu Transportzwecken (Schifffahrt) steigt auch das Kontaminationsrisiko, hervorgerufen durch unzureichende Sicherheitsvorkehrungen und dadurch bedingte Unfälle. Immer wieder kommt es zu Ölaustritt mit katastrophalen Auswirkungen für die Umwelt.

Sofern eine Absaugung von aufschwimmenden Ölschichten möglich ist (abhängig von der Wasserbewegung), kann damit zwar die Hauptmenge der Ölphase entfernt werden, der verbleibende Rest (Ölfilm) stellt jedoch noch immer eine erhebliche Belastung für Ökosysteme und Menschen dar. Zur Entfernung dieser Restkontamination besteht ein Bedarf an effizienten und umweltschonenden Verfahren.

Stand der Technik, Lösungsansätze

In der Regel werden größere Mengen an Öl in Phase, oft kombiniert mit der Errichtung von Ölsperren, abgesaugt. Damit kann man allerdings nur die Hauptmenge der Kontamination entfernen. Ölfilme mit Schichtdicken im Mikrometerbereich sowie gelöste Ölanteile können dadurch nicht entfernt werden. Zur Behandlung von Ölfilmen werden mitunter auch oberflächenaktive Substanzen (Tenside) eingesetzt. Die Tenside bringen das Öl in Lösung, wodurch ein Ölfilm zwar nicht mehr sichtbar ist, die Schadstoffe selbst sind jedoch nach wie vor vorhanden. Fehlen schadstoffabbauenden Bakterien bzw. für den Abbau erforderliche

**Feuerlösch- und
Brandschutzservice**
Jean Kesper
2641 Schottwien, Göstritz 117
Mobil: 0650 / 88 49 867
www.brandschutz-kesper.at
e-mail: office@brandschutz-kesper.at



Nährstoffe, so kommt es zu keiner Reinigung des Gewässers sondern es kann eine Ausbreitung der Kontamination stattfinden.

Wir haben deshalb die Abbaueffizienz einer Kombination eines Lösungsvermittlers (BIOthek AGUA) mit schadstoffabbauenden Bakterien bei ausreichender Nährstoffversorgung überprüft. Voraussetzung für einen mikrobiellen Abbau ist die Überführung der hydrophoben Schadstoffe (Öl-Komponenten) in die wässrige Phase, wodurch sie den Mikroorganismen zugänglich gemacht werden. Dieser Massentransfer-Prozess wird durch den Einsatz von BIOthek AGUA beschleunigt. Finden Bakterien geeignete Abbaubedingungen vor (Nährstoffe, pH, Temperatur, Redoxpotenzial), so kommt es zu einer Mineralisierung der Mineralöl-Kohlenwasserstoffe (Abbau zu CO₂ und Wasser).

Durchführung der Experimente

Charakterisierung Donauwasser

Zur Durchführung der Experimente wurde Donauwasser herangezogen. 20 L Probe wurden am 8.4.2002 bei der Schiffsanlegestelle Tulln entnommen. Die Außentemperatur betrug 10,9°C, die Wassertemperatur 9,8°C. Weiters wurden vor Ort die Parameter pH, Leitfähigkeit und Sauerstoffgehalt gemessen.

Die Probe wurde im Labor auf die Parameter pH, Leitfähigkeit, Redoxpotenzial, Gehalt an organischem Kohlenstoff (TOC), Kohlenwasserstoff-Gehalt, Nitrat-Stickstoff, Ammonium-Stickstoff, Gesamt-Stickstoff, Gesamt-Phosphat und Ortho-Phosphat untersucht.

Schadstoffextraktion

Die Extraktion wurde nach ÖNORM M 6608-1 (modifiziert) durchgeführt. Zur Ermittlung störender Einflüsse des Tensides auf die Extraktion wurden Vorversuche durchgeführt. Dazu wurden Wasserproben mit verschiedenen Konzentrationen an Diesel versetzt und mit sowie ohne Tensidzusatz extrahiert. Weiters wurden Wasserproben nur mit Tensid versetzt und extrahiert. Als Folge dieser Versuche wurde eine Aufreinigung des Extraktes mit einer erhöhten Menge an Aluminiumoxid durchgeführt. Dadurch konnte eine Beeinflussung der Messung durch Tensidreste vermieden werden.

**Feuerlösch- und
Brandschutzservice**
Jean Kesper
2641 Schottwien, Göstritz 117
Mobil: 0650 / 88 49 867
www.brandschutz-kesper.at
e-mail: office@brandschutz-kesper.at



Abbauversuche

Das Volumen der Wasserprobe wurde auf 30 mL pro Erlenmeyerkolben (100 mL) festgelegt.

Die Dotierung erfolgte mit Diesel der Shell-Tankstelle Tulln (2002-04-04). Die Einsatzkonzentration wurde auf 0,5 % (v/v) Diesel festgelegt, woraus sich für den aufschwimmenden Ölfilm eine errechnete Schichtdicke von 55 µm ergab. Der Diesel wurde mittels Stepper unter Kontrolle der Einwaage mittels einer Analysenwaage zugesetzt. Das verwendete Reinigungsmittel BIOthek AGUA wurde in definierter Konzentration ebenfalls mittels Stepper zugesetzt. Die Bakteriensuspension der Fa. Stuhl wurde zum jeweiligen Ansatz mittels Pipette zugesetzt.

Folgende Versuchsansätze wurden durchgeführt: Donauwasser plus Reiniger ®, Donauwasser plus Bakterien (B), Donauwasser plus Reiniger und Bakterien (RB), eine biotische Kontrolle (KB) und eine abiotische Kontrolle (KA) jeweils in dreifachem Ansatz. Bei der biotischen Kontrolle wurde dem Donauwasser nur Diesel zugesetzt. Die abiotische Kontrolle wurde zur Unterdrückung von mikrobieller Abbautätigkeit mit einem stoffwechelhemmenden Agens versehen. Probenahme und Extraktion der Schadstoffe erfolgte an den Tagen 0, 1, 2, 4, 8, 16 und 25 gerechnet vom Start des Experiments. Zur Gewährleistung optimaler Abbaubedingungen wurden der Wasserprobe die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor zugesetzt. Zur Simulation praxisrelevanter Abbaubedingungen erfolgte das Experiment bei 10°C. Die Sauerstoffversorgung und Durchmischung wurde durch Einsatz eines Großschüttlers erzielt.

Zur Vermeidung hoher Evaporationsverluste flüchtiger Dieselanteile wurden Kolben mit Teflon-gedichteten Schraubverschlüssen eingesetzt. Nach Berechnung des Sauerstoffbedarfes wurden die Kolben anfänglich nur halb verschlossen, um eine Limitierung des Abbauprozesses zu verhindern. In weiterer Folge (ab Tag 8) waren die Proben in der Nacht voll verschlossen, tagsüber (von 8:00 bis 15:00) war der Schraubverschluss halb geschlossen.

Ergebnisse

Charakterisierung des Donauwassers

Die Messungen wurden sowohl an der Wasser-Entnahmestelle durch den Einsatz von Feldgeräten sowie im Labor durchgeführt. Die Ergebnisse sind in der

Feuerlösch- und Brandschutzservice

Jean Kesper

2641 Schottwien, Göstritz 117

Mobil: 0650 / 88 49 867

www.brandschutz-kesper.at

e-mail: office@brandschutz-kesper.at



nachfolgenden Tabelle dargestellt. Basierend auf den ermittelten Daten war der Zusatz von Nährstoffen (Stickstoff, Phosphor) erforderlich. Die übrigen Parameter befinden sich in einem Bereich, der einen mikrobiellen Schadstoffabbau zulässt.

Messungen vor Ort

Probenahme	2002-04-08	
Ort	Schiffsanlegestelle Tulln	
Zeit	13:30	
Menge	25	L
Außentemperatur	10,9	°C
Wassertemperatur	9,8	°C
Sauerstoffgehalt	12,24	mg/L
Leitfähigkeit	413	µS/cm
pH	7,2	

Messungen im Labor

pH	7,3	
Leitfähigkeit	422	µS/cm bei 25°C
Redoxpotenzial	348,9	mV bei 10°C
TOC	24,47	mg/L
KW	n.n.*	mg/L
NO ₃ ⁻ -N	2,15	mg/L
NH ₄ ⁺ -N	0,04	mg/L
Total-N (Dr. Lange)	2,73	mg/L
Ortho-Phosphat-P	<0,05	mg/L
Gesamt-Phosphat-P	<0,05	mg/L

*) n.n. – nicht nachweisbar

Mikrobieller Abbau von Diesel

In der nachfolgend dargestellten Grafik ist der Rückgang der Dieselkontamination (in Prozent der Ausgangskonzentration) für 5 verschiedene Versuchsansätze dargestellt. Die Experimente wurden bei 10°C durchgeführt. Die Abbaugeschwindigkeit liegt bei gesteigerten Temperaturen sicherlich höher, allerdings sollten durch die Versuche auch Rückschlüsse auf das Abbauverhalten in der kälteren Jahreszeit ermöglicht werden.

Feuerlösch- und Brandschutzservice

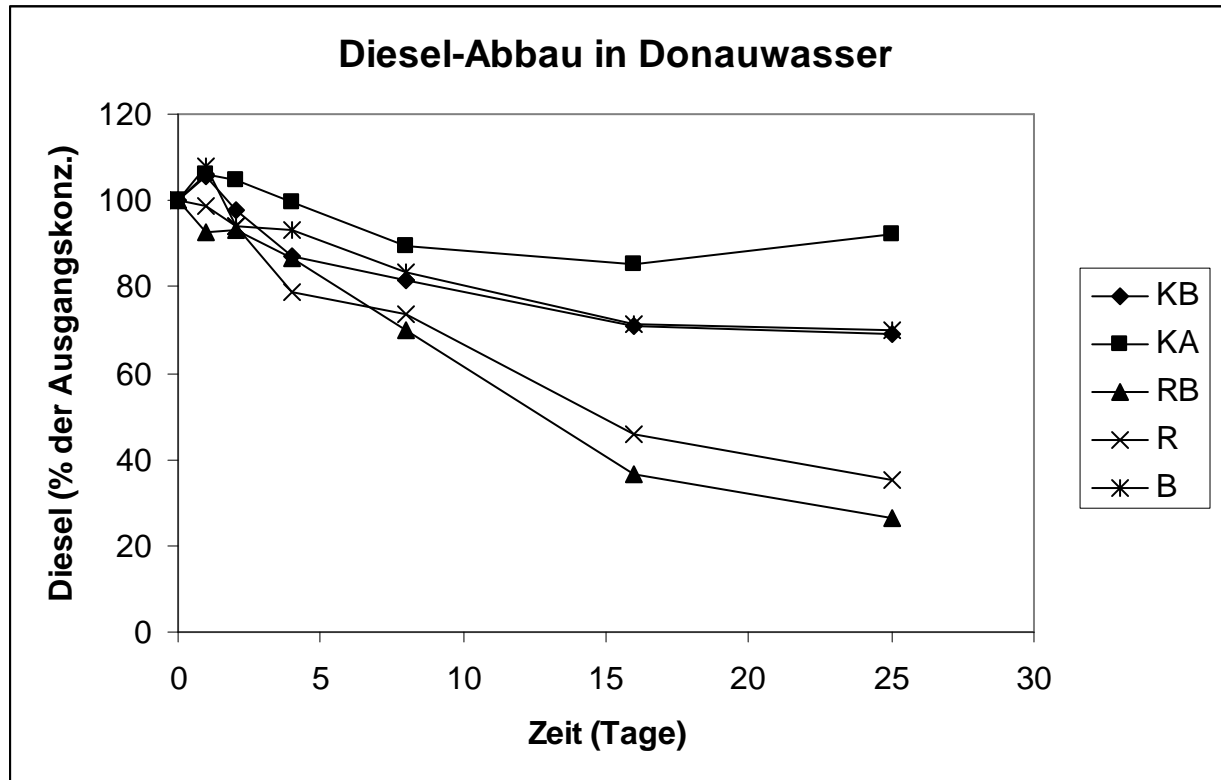
Jean Kesper

2641 Schottwien, Göstritz 117

Mobil: 0650 / 88 49 867

www.brandschutz-kesper.at

e-mail: office@brandschutz-kesper.at



Es wurde eine Abnahme der Dieselkonzentration in allen Versuchsansätzen festgestellt. Der geringste Rückgang (8 %) wurde für die vergiftete Kontrolle (KA) verzeichnet und ist auf eine Verflüchtigung von leichten Diesel-Komponenten zurückzuführen. Ein mikrobieller Abbau von Kohlenwasserstoffen wurde in der nicht vergifteten Kontrolle festgestellt (KB; Rückgang der Dieselkonzentration um 31 %). Die Zugabe von Mikroorganismen allein konnte diesen Abbaugrad nicht steigern (B; Rückgang der Dieselkonzentration um 30 %). Der Zusatz von BIOthek AGUA (R) resultierte jedoch in einem drastischen Anstieg des Abbaugrades (65 %). Eine zusätzliche Steigerung des Kohlenwasserstoff-Abbaus (74 %) wurde durch den kombinierten Einsatz von BIOthek AGUA und Bakterien erzielt. Wie man dem Kurvenverlauf der Grafik entnehmen kann, dürfte der Abbau für die Ansätze mit BIOthek AGUA auch nach Abschluss des Experimentes (25 Tage) weitergehen, wodurch noch niedrigere Restkontaminationen erzielbar sind.

Feuerlösch- und Brandschutzservice

Jean Kesper

2641 Schottwien, Göstritz 117

Mobil: 0650 / 88 49 867

www.brandschutz-kesper.at

e-mail: office@brandschutz-kesper.at



Das Foto zeigt die einzelnen Versuchsansätze (R, RB, B, KB, KA, von links nach rechts) nach 14 Tagen Inkubation mit deutlich sichtbaren Unterschieden in der Mikroorganismendichte. Stärkstes mikrobielles Wachstum und damit größter Schadstoffabbau ist für die Ansätze R (BIOthek AGUA) und RB (BIOthek AGUA + BIOthek BACTERIA) erkennbar.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass durch die Zugabe von **BIOthek AGUA** der Abbaugrad mehr als verdoppelt wurde. Eine Optimierung des Verfahrens hinsichtlich Einsatzkonzentration und Nährstoffzusatz sowie eine Kombination mit weiteren Bakterienstämmen lässt eine zusätzliche Steigerung der bereits jetzt schon ausgezeichneten Ergebnisse erwarten.

A.O.L.-AntiOilLiquid

Dr. Andreas P. Loibner

a.o.Univ.Prof.Dipl.Ing.Dr. Rudolf Braun