

# Pilotprojekt

## Sanierung eines Autobahnnteiches mit dem PLOCHER-System



Version 1.2

14. August 2006

### Sanierung

PLOCHER  
Roland PLOCHER  
Torenstrasse 26  
D-88709 Meersburg

### Durchführung

Dorr GmbH  
Werner Voth  
Unterwanger Strasse 8  
D-87439 Kempten

# Bericht

# 1. Inhaltsverzeichnis

2. Projektziele .....	2
3. Projektdurchführung .....	3
3.1. Installation des PLOCHER-Systems .....	3
3.2. Regelmässige Behandlungen .....	4
3.3. Behandlung von Ölfällen .....	4
4. Messungen .....	6
4.1. Schlammproben .....	6
4.2. Wasserproben .....	8
5. Auswertung .....	9
6. Fazit .....	13
7. Quellen .....	13

## 2. Projektziele

In Zusammenarbeit mit der Firma Dorr, Kempten wurde der Autobahnteich RHB 113.8 im Rahmen eines Pilotprojekts während vorerst 3 Jahren saniert. Besagtes Regenrückhaltebecken in Autobahnnähe wurde erstmals am 28.06.2001 mit der PLOCHER-Technologie behandelt. Ziele waren:

- Reduzierung des Pflanzenwachstums
- Verringerung der Schlammansammlung
- Verbesserung der Ablaufwerte

Die festgelegten Ziele konnten problemlos erreicht werden. Die durch 2 Autounfälle gebildeten Ölteppiche konnten ebenfalls mit Hilfe des PLOCHER- Systems aufgelöst werden. Als Krönung des Erfolgs hat sich ein Biber auf dem Teich angesiedelt (Bild 1). Das Projekt wird fortgesetzt.



Bild 1: Der Biber

# Projektdurchführung

## 2.1. Installation des PLOCHER-Systems

Am 28.06.2001 wurden zwei Durchströmbarrieren aus 40kg PLOCHER-Schüttungsmaterialien aufgebaut (Bild 2). Zudem wurde ein Paar Biokatalysatoren (Bild 3) im Wasser installiert. Die Durchströmbarrieren wurden am 06.07.2001 mit 32kg Schüttungsmaterial erneut aufgebaut, da ein starker Regenfall das gesamte Material weggeschwemmt hatte.



Bild 2: Durchströmbarriere



Bild 3: Biokatalysator

## 2.2. Regelmässige Behandlungen

Der Autobahnweiher wurde regelmässig mit plocher-w zur Eindämmung des Algenwachstums behandelt. Die Erstbehandlung am 28.06.2001 erfolgte mit 10 kg, aufgelöst in 2100 Liter Wasser. Die weiteren Behandlungen erfolgten bis auf eine Ausnahme (23.05.02 / 4 kg) mit jeweils 2 kg aufgelöst in 300 Liter Wasser, welches über die gesamte Weiheroberfläche versprüht wurde. Im Winter 2001 erfolgte sogar eine Behandlung durch zwei Eislöcher hindurch.

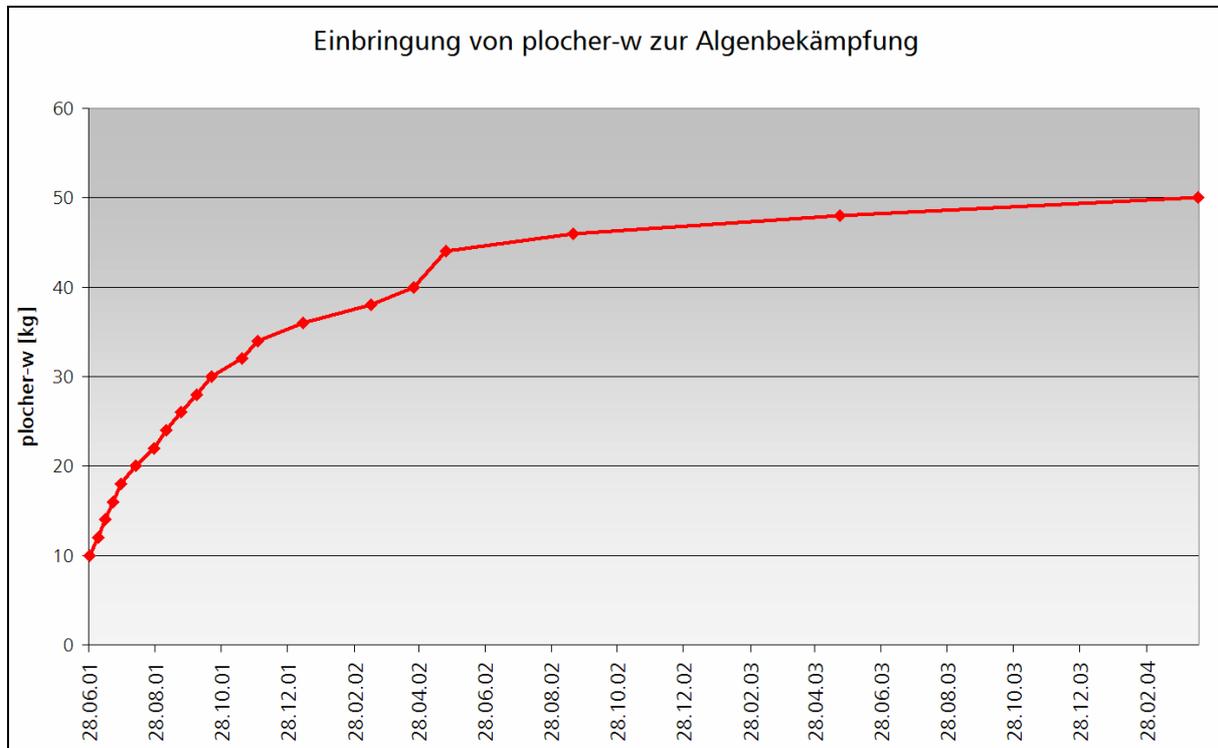


Abb. 1: Behandlungsintervalle und Aufwandsmengen von PLOCHER-w

Wie in Abb. 1 zu erkennen ist, wurden in den 3 ersten Jahren insgesamt ca. 50 kg plocher-w in den Weiher eingebracht. Typischerweise wird die Hauptmenge des Produkts am Anfang eingesetzt. Gegen Ende der Sanierung sind nur noch punktuelle Behandlungen notwendig, da sich das System stabilisiert hat und der Weiher weitgehend algenfrei ist. Die Behandlungen werden fortgesetzt.

## 2.3. Behandlung von Ölunfällen

Während der Versuchsdauer kam es zu zwei Autounfällen mit Ölverschmutzungen im Weiher. Beide ereigneten sich Anfangs des Jahres 2002 (5. Jan und 25. März). Beide gem. Aussage der Autobahnmeisterei Mindelheim erheblichen Verschmutzungen durch Ölfilme (Bild 4) konnten durch den Einsatz von speziellen PLOCHER-Produkten zum Ölabbau (Bild 5) innerhalb von 2-3 Wochen vollständig abgebaut werden. Das Auflösen der Ölschicht war jeweils mit der Entwicklung von weissem Schaum begleitet (Bild 6) und erfolgte im Gegensatz zur Verwendung ölbindender Mittel ohne jegliche Ablagerungen am Weihergrund.



Bild 4: Verschmutzung durch Ölschicht



Bild 5: Behandlung des Ölfilms



Bild 6: Auflösung der Ölschicht, begleitet von weissem Schaum

## 3. Messungen

### 3.1. Schlammproben

Einmal pro Jahr wurden von der Firma Dorr Schlammproben entnommen. Die Probenahme erfolgte mittels eines verschliessbaren Rohres mit welchem die Schlammschicht bis auf den Grund durchstossen wurde. Die Proben wurden alle an derselben Stelle entnommen.

Von den Proben wurde jeweils ein Liter Schlamm von unten her dem Rohr entnommen und anschliessend durch die Labore BVU und nano analysiert. Tab.1 liefert eine Zusammenstellung der Werte, welche in den Schlammproben gemessen wurden.

Tab. 1: Messwerte der Schlammproben (die Farbgebung nimmt Bezug auf die nachfolgenden Diagramme, in denen der Verlauf der Messwerte grafisch dargestellt ist)

Labor	Norm	BVU	BVU	BVU	nano	nano	nano	
Datum		13.06.01	12.06.02	27.06.03	15.11.04	02.05.05	14.06.06	
Trockensubstanz	DEV S2	3.10%	0.89%	4.70%	30%	69%	67%	
Blei	E22/E6	24	0.06	0.898	15	<20	<10	mg/l
Cadmium	E22/E19	<0.2	<0.002	0.016	<0.1	<0.3	<0.3	mg/l
Chrom, gesamt	E22/E10	6	0.06	1.095	14	15	17	mg/l
Kupfer	E22/E7	31	0.18	1.705	18	22	13	mg/l
Nickel	E22/E11	3	0.05	1.128	17	19	16	mg/l
Quecksilber	E12	0.03	<0.002	0.092	<0.05	<0.05	<0.05	mg/l
Zink	E22/E8	120	0.67	5.122	51	59	40	mg/l
ges.-Phosphat	D11	1600	1.87	29.981	199	297	<1	mg/l
Ammonium	E5	2800	22.4	1.692	0.3	8.6	1.4	mg/l
Nitrat-N	D19	0.61	0.35	0.174	0.096	<1	<5	mg/l
Nitrit-N	D19	0.02	<0.01	0.0005	<0.005	0.09	0.15	mg/l
Kohlenwasserstoffe	H53	nicht gemessen	12.7	9.539	32	85	<50	mg/l

Die Messwerte im Schlamm zeigen deutliche Veränderungen im Verlaufe des Versuchs. Am auffälligsten ist der Anstieg des Trockensubstanzgehalts. Anhand dieser Messung lässt sich eine Eindickung der Schlammschicht beobachten, deren drastischer Verlauf in Abb. 2 dargestellt ist. Der Gehalt an Trockensubstanz in der bodennahen Schlammschicht steigt demnach von wenigen Prozenten innert 3 Jahren auf beinahe 70% an und bleibt dann konstant. Dieser Anstieg des Trockensubstanzgehalts ist laut Aussage der Firma Dorr auf eine Entmischung des Schlammes und des Wassers zurückzuführen. Diese Entmischung zeichnet sich u.A. verantwortlich für die erhebliche Reduktion der Schlammmächtigkeit und kann als phänomenal bezeichnet werden.

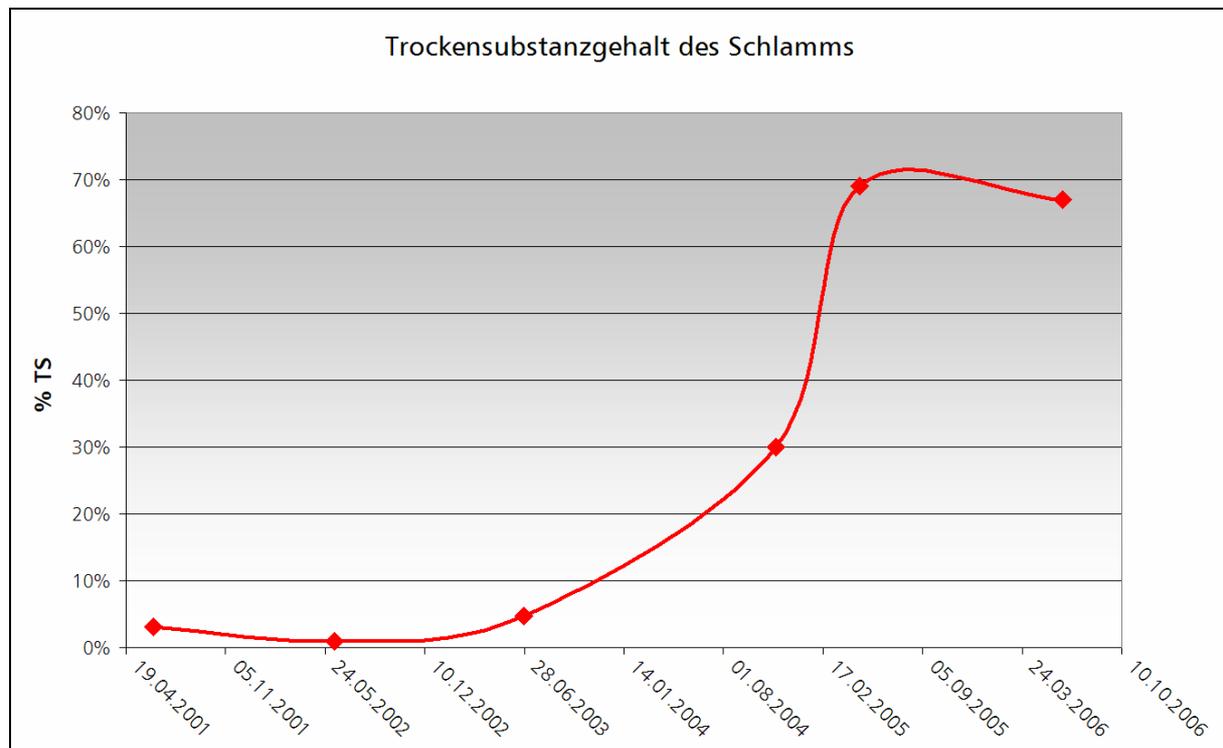


Abb. 2: Entwicklung des Trockensubstanzgehaltes im Schlamm

## 3.2. Wasserproben

Parallel zu den Schlammproben wurden jeweils Wasserproben entnommen. In den Jahren 2001-2003 wurden ausschliesslich Abwasserproben gezogen und der Kohlenstoffgehalt nicht gemessen. Die Messungen erfolgten durch BVU. In den Jahren 2004 bis 2006 wurden zusätzlich der Zulauf beprobt und der Kohlenwasserstoffgehalt gemessen. Diese Messungen und die Gesamtauswertung wurden vom Labor nano durchgeführt. Durch den Laborwechsel bedingt fanden die Messungen im Jahre 2004 erst im November statt. Für die Auswertung werden nur die Abflussmessungen berücksichtigt (Tab. 2).

Tab. 2: Messwerte im Auslauf des Regenrückhaltebeckens

Labor	Messnorm	BVU	BVU	BVU	nano	nano	nano	
Datum		13.08.01	12.06.02	27.06.03	15.11.04	02.05.05	14.06.06	
Blei	E22/E6	0.045	<0.010	<0.005	<0.005	<0.005	<0.010	mg/l
Cadmium	E22/E19	<0.005	<0.001	<0.005	<0.0005	<0.0005	<0.001	mg/l
Chrom, gesamt	E22/E10	<0.005	<0.010	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	mg/l
Kupfer	E22/E7	0.08	<0.016	0.006	<0.010	<0.010	<0.010	mg/l
Nickel	E22/E11	0.65	<0.010	<0.0005	<0.010	<0.010	<0.010	mg/l
Quecksilber	E12	<0.020	<0.001	<0.002	<0.0001	<0.0001	<0.0001	mg/l
Zink	E22/E8	0.075	<0.012	0.005	<0.020	<0.020	<0.010	mg/l
CSB	H41	23	31	22	5.3	45	32	mg/l
BSB5	H51	5	3.5	3	3.2	4.8	2.1	mg/l
Phosphat, gesamt	D11	0.05	0.22	0.08	0.05	0.54	<0.1	mg/l
Ammonium	E5	1.82	0.03	0.06	<0.01	0.42	0.23	mg/l
Nitrat-N	D19	0.31	0.42	2	0.05	0.59	<0.5	mg/l
Nitrit-N	D19	<0.01	<0.01	0.02	0.015	0.016	0.02	mg/l
Stickstoff, gesamt	E5/E23/ D19	2.13	0.45	2.08	0.065	1.03	0.2	mg/l
Kohlenwasserstoffe	H53	nicht gemessen	nicht gemessen	nicht gemessen	<0.1	<0.1	<0.1	mg/l

Die Messungen anhand der Wasserproben sind weniger aussagekräftig als diejenigen der Schlammsschicht, da sie einen momentanen Zustand widerspiegeln, welcher sich kurzfristig ändern kann. Diese Messwerte sind stark von bestimmten Ereignissen, wie starken Niederschlägen, Unfällen oder sonstigen punktuellen Einträgen von Schadstoffen in den Weiher abhängig. Auf eine Interpretation dieser Werte wird deshalb verzichtet.

## 4. Auswertung

Die Schlammmessungen sind sehr aussagekräftig, aber nicht direkt interpretierbar, da im Verlauf der Messreihe der Gehalt an Trockensubstanz im Schlamm ganz erheblich anstieg. Diese Erhöhung des TS-Gehalts ist bereits ein sehr guter Indikator für das Fortschreiten der biologischen Prozesse im Sediment (vgl. Abb. 2). Daraus kann auf eine Kompaktierung der Schlammschicht geschlossen werden, welche auf die Abbautätigkeit von Mikroorganismen zurückzuführen ist. Dadurch wird das Verschlammn des Regenrückhaltebeckens wirkungsvoll verhindert und ein wesentliches Projektziel somit erreicht.

Um die Messwerte im Sediment richtig beurteilen zu können, wurden diese bezüglich des Anteils an Trockensubstanz normiert. Dadurch erhält man ein realistisches Bild der tatsächlichen Gehalte. Für sämtliche Messungen im Schlamm wurde diese Normierung durchgeführt. In Abb. 4 ist die Entwicklung der Zinkkonzentration ersichtlich. In Abb. 5 finden sich die Messwerte für alle weiteren gemessenen Schwermetalle mit Ausnahme des Quecksilbers. Die Quecksilberkonzentrationen sind in Abb. 6 dargestellt, jeweils bezogen auf den TS-Gehalt der entsprechenden Schlammprobe.

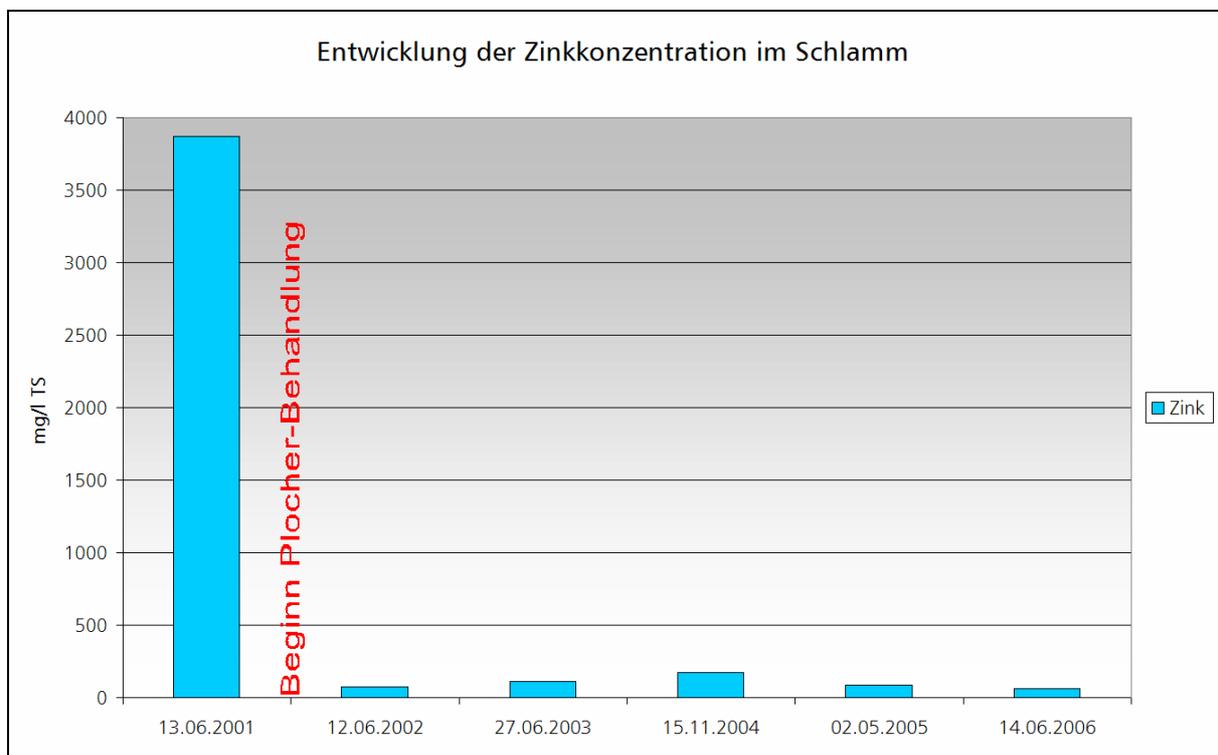


Abb. 4: Entwicklung der Zinkkonzentration im Schlamm, bezogen auf Anteil Trockensubstanz

Die Zinkkonzentration im Schlamm wurde durch die PLOCHER-Behandlung auf einen Bruchteil des ursprünglichen Werts herabgesetzt. Der Wert sank von etwa 3.9 Gramm pro Liter Trockensubstanz auf ca. 0.06 bis 0.17 Gramm, was einer Reduktion um den Faktor 23-65 entspricht (Abb. 4).

Der Rückgang der Konzentrationen von Kupfer, Blei, Chrom, Nickel und Cadmium ist ebenfalls markant. Diese Schwermetalle verringerten sich nach Beginn der PLOCHER-Behandlung um etwa eine Größenordnung (Faktor 10). Die Nachhaltigkeit der Reduktion nach dem ersten Jahr konnte in den folgenden Jahren bestätigt werden (Abb. 5).

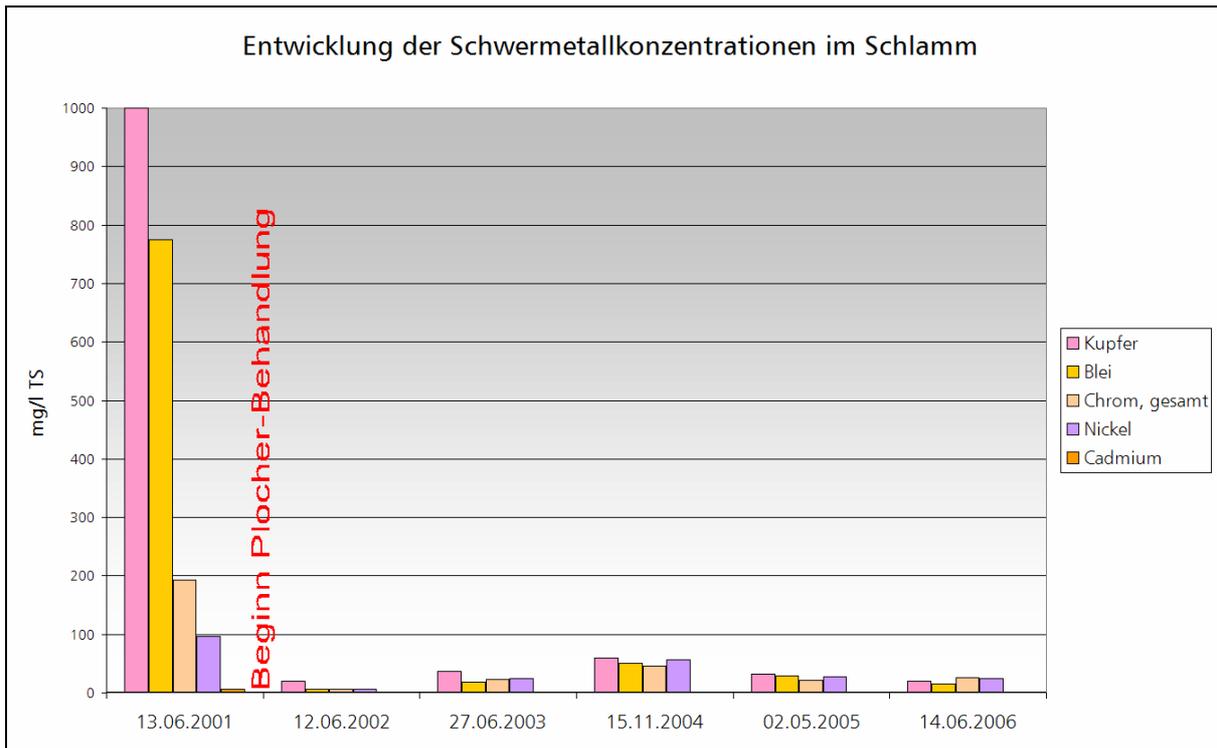


Abb. 5: Schwermetallkonzentrationen im Schlamm, bezogen auf Anteil Trockensubstanz

Das Quecksilber wurde nach Beginn der Behandlung ebenfalls reduziert. Allerdings schert der Messwert im Jahr 2003 nach oben aus. Vermutlich ist dies darauf zurück zu führen, dass Quecksilber die geringste Konzentration aller Schwermetalle aufweist und deshalb im Schlamm nicht so homogen verteilt ist. Wenn man diesen Messwert weglässt ist ebenfalls von einer Verringerung um den Faktor 10 auszugehen (Abb. 6).

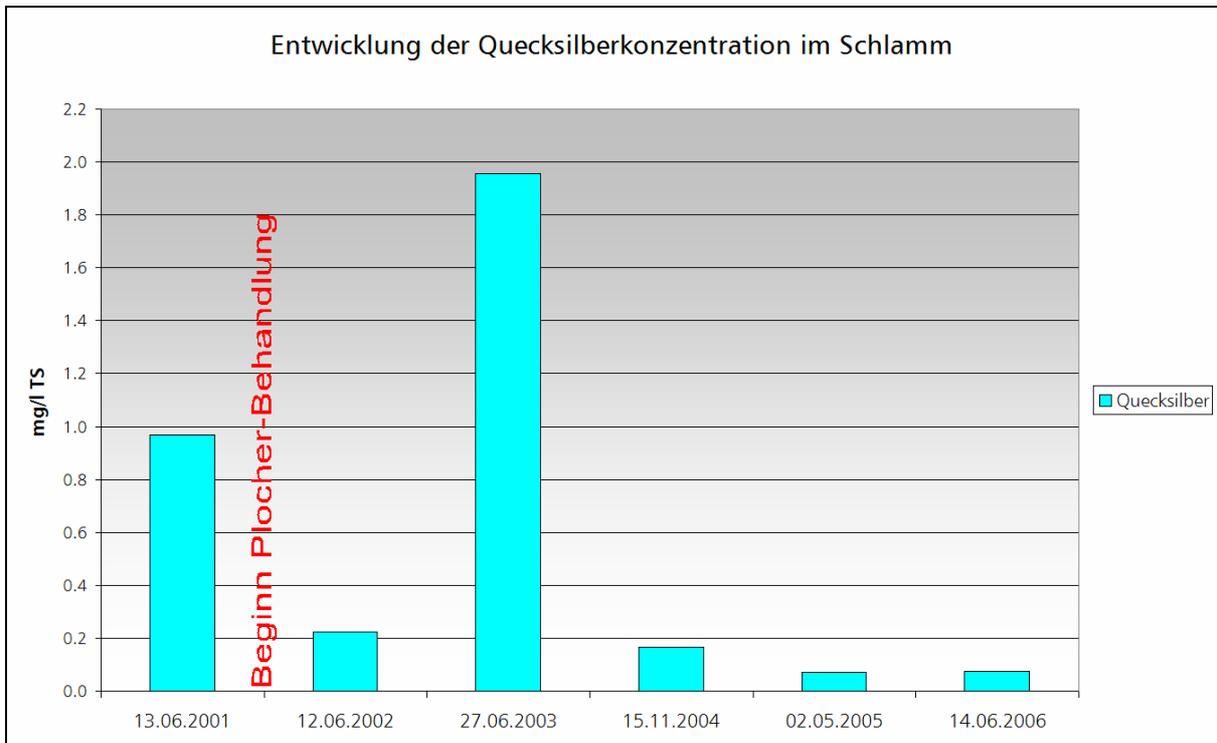


Abb. 6: Quecksilberkonzentrationen im Schlamm, bezogen auf Anteil Trockensubstanz

Ausserordentlich interessant ist die Entwicklung der Nährstoffkonzentrationen im Sediment (Abb. 7). Die Hauptnährstoffe Ammonium und Phosphat sind seit Installation des PLOCHER-Systems im Sediment praktisch verschwunden. Nach 5 Jahren können von den Stoffen nur noch jeweils wenige Gramm pro Liter Trockensubstanz nachgewiesen werden. Dies entspricht in beiden Fällen einer Reduktion um mehr als dem Faktor 10'000! Die durch jahrelange Überdüngung angesammelten Nährstoffe wurden praktisch vollständig verstoffwechselt und die Wasserqualität kann nicht mehr durch Nährstoffeinträge aus dem Sediment belastet werden. Dies ist die entscheidende Voraussetzung zur Eindämmung des Pflanzenwachstums, da insbesondere die Verknappung des Phosphats einen limitierenden Einfluss auf das Algen- und Pflanzenwachstum hat.

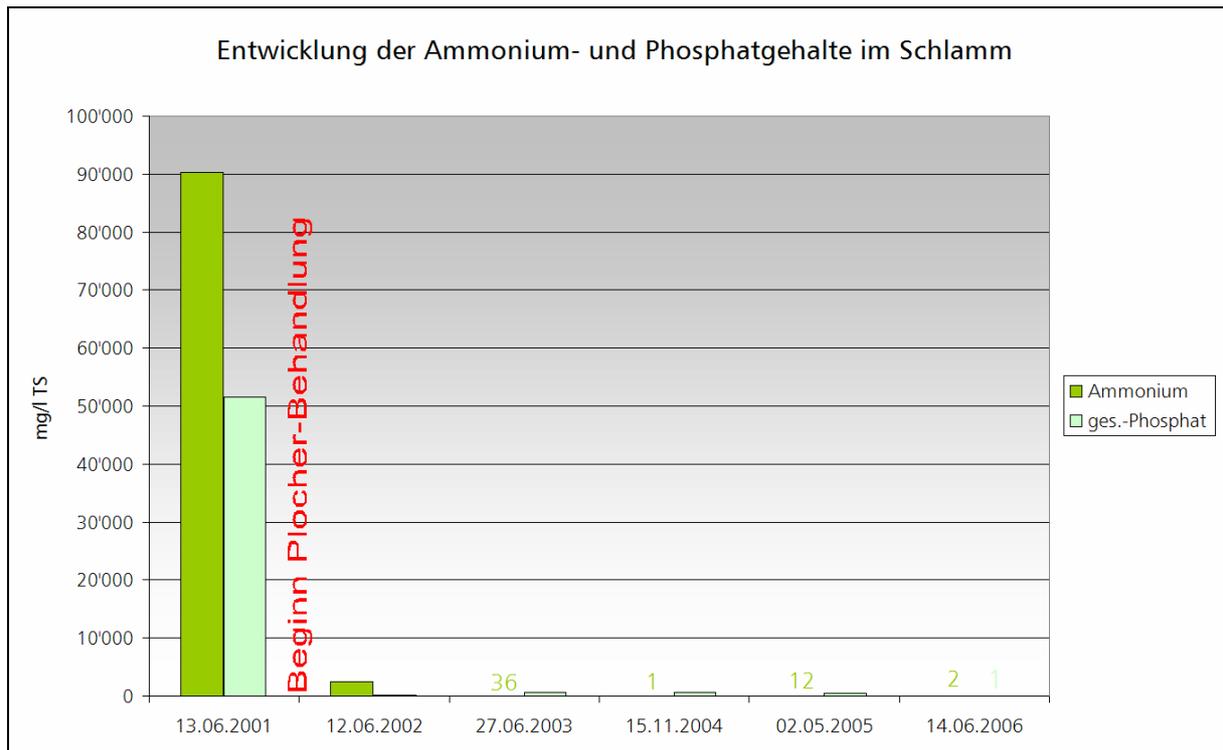


Abb. 7: Ammonium- und Phosphatgehalte im Schlamm, bezogen auf Anteil Trockensubstanz

Die Nitrat- und Nitritmessungen im Sediment sind ebenfalls aufschlussreich. Der Anstieg des Nitrats im Jahre 2002 kann als Folge des Abbaus von Ammonium interpretiert werden. Das PLOCHER-System schafft das für die nitrifizierenden Bakterien richtige, sauerstoffreiche Milieu und erlaubt ihnen die Oxidation des Ammoniaks zu Nitrit und schliesslich zum Nitrat. In den Jahren 2004-2006 waren sowohl Ammonium als auch Nitrat jeweils nur zu wenigen Gramm pro Liter Trockensubstanz im Sediment vorhanden.

Spannend ist auch der Verlauf der Kohlenwasserstoffe (Abb. 9), also der nicht abgebauten organischen Verbindungen im Schlamm. Leider gibt es keinen Messwert vor dem Einsatz des PLOCHER-Systems, da die Kohlenwasserstoffe erst im Anschluss an die beiden Ölunfälle erstmals erhoben wurden. Aus dem Verlauf wird aber klar, dass die Kohlenwasserstoffkonzentration im Schlamm nach den Unfällen im Jahr 2002 auf einen Bruchteil des vorherigen Wertes sank und in den Folgejahren konstant tief blieb. Das aus den Unfällen stammende Öl wurde also wirklich abgebaut und hat sich nicht einfach an den Weihergrund verlagert.

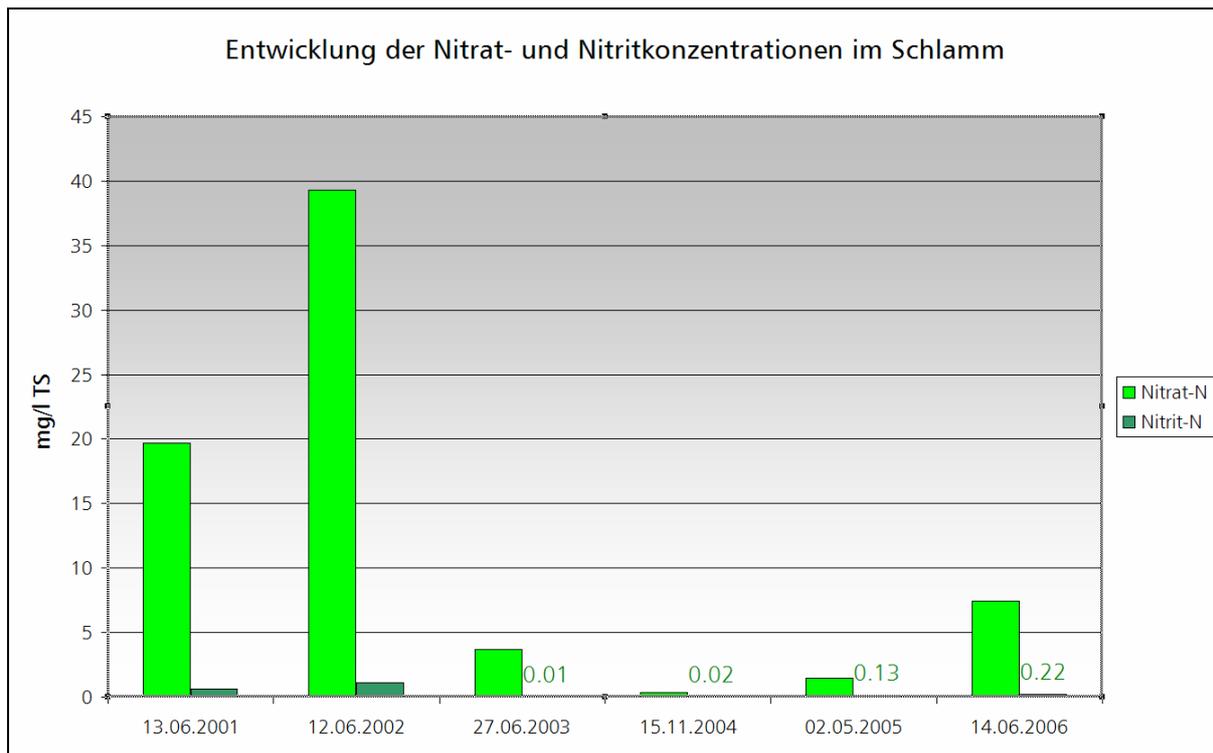


Abb. 8: Entwicklung der Nitrat- und Nitritkonzentrationen, bezogen auf Anteil Trockensubstanz

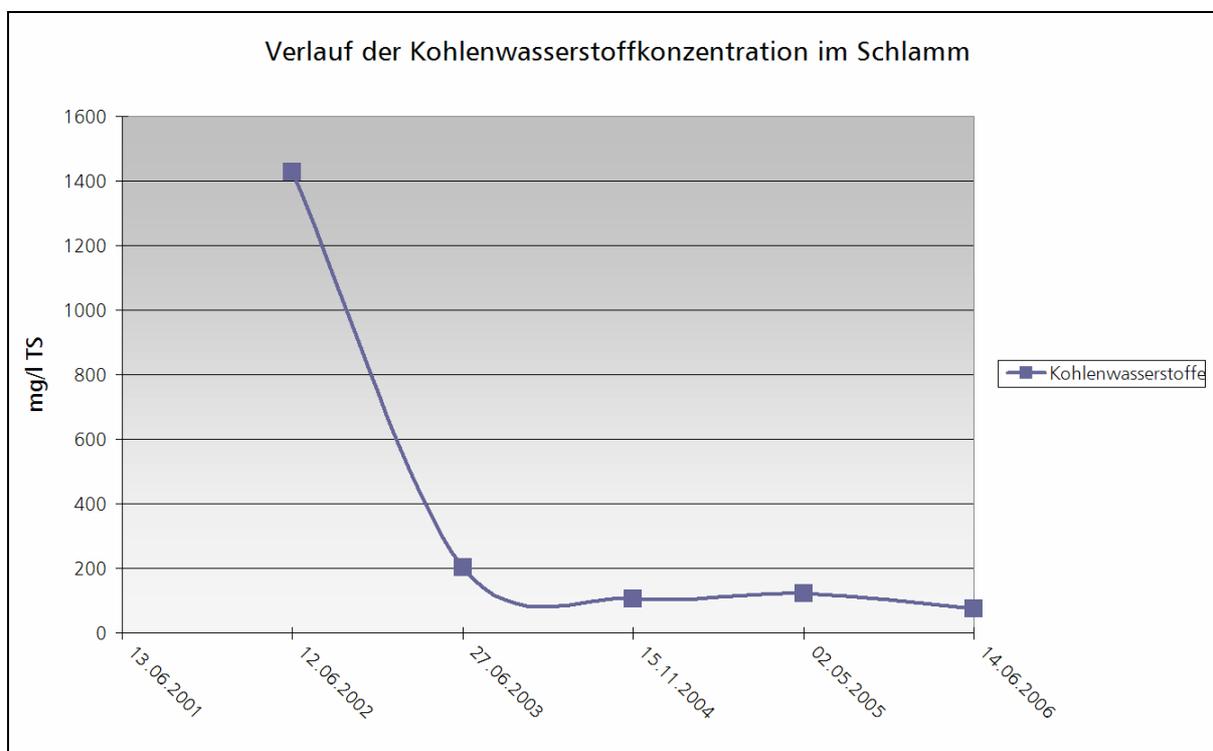


Abb. 9: Verlauf der Kohlenwasserstoffkonzentration im Schlamm, bezogen auf Anteil TS

## 5. Fazit

Die gesetzten Ziele konnten durch die Behandlung des Weihers mit den PLOCHER-Produkten innerhalb von 3 Jahren deutlich übertroffen werden. Der Erfolg bei der Schlammreduktion kann anhand der Zunahme des Trockensubstanzanteils zweifelsfrei belegt werden. Die Verringerung des Pflanzenwachstums wird von den betreuenden Personen bestätigt und fällt im Vergleich zu den umliegenden Weihern deutlich aus. Schliesslich bestätigt die spontane Wiederansiedelung des Bibers im Autobahnweiher die sehr hohe Wasserqualität!

## 6. Quellen

- Arbeitsberichte der Firma Dorr
- Laborberichte BVU und nano