

# Pierwsze wyniki zastosowania preparatu Bentophos<sup>®</sup> w Niemczech

- Wprowadzenie i wstępne wyniki zastosowania

Dr. Said Yasseri / Nicolai Nowak  
Seminarium Phoslock na POLEKO Poznan  
22 listopada 2007r.

---

# Zagadnienia rekultywacji jezior:

- Skuteczna likwidacja biogenów
  - Metoda zrównoważona
  - toksyczność
  - Współczynnik koszt/korzyść
-

---

# Bentophos<sup>®</sup>

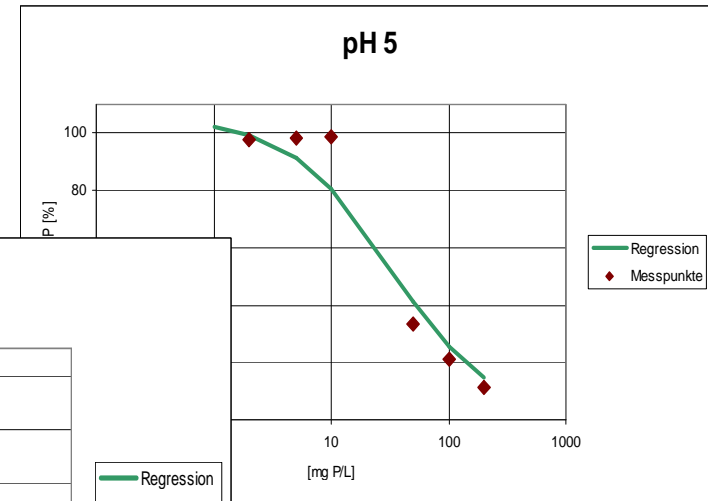
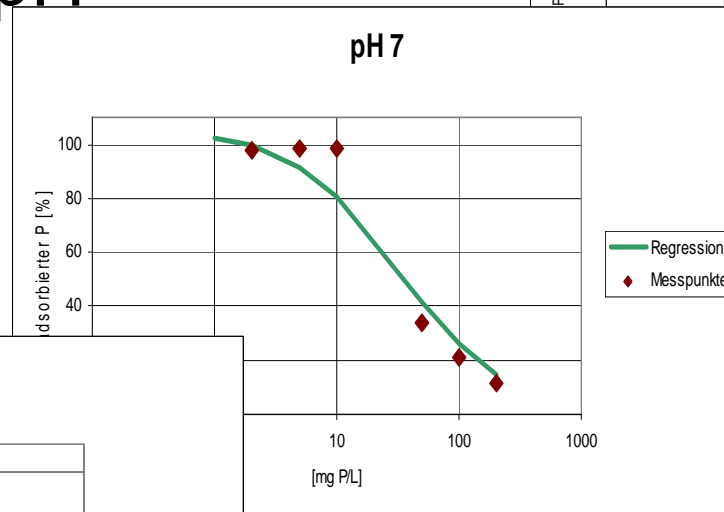
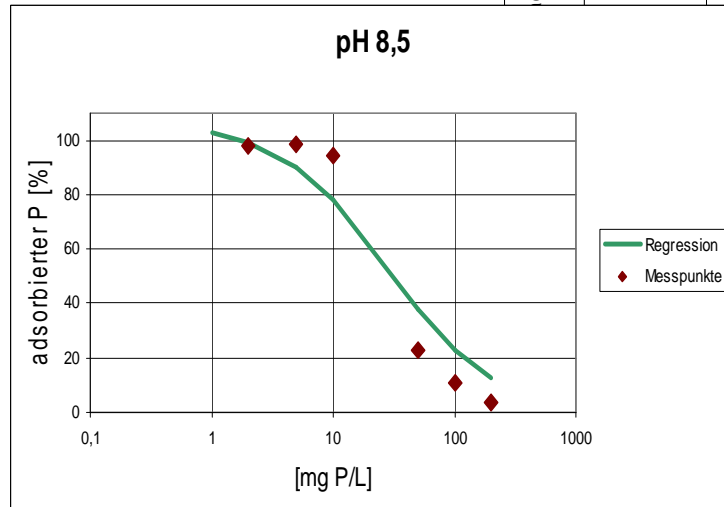
- Czym jest Bentophos<sup>®</sup>?
  - Czym jest lantan?
  - Na ile skuteczne jest wiązanie fosforanów i zdolność ich związania w naturalnych warunkach?
  - Czy lantan jest toksyczny?
  - Zastosowania w Niemczech?
  - Jaką ilość fosforu znajdującego się w toni wodnej zredukowano?
  - Czy Bentophos<sup>®</sup> może zapobiegać uwalnianiu się fosforu z osadów?
  - Czy Bentophos<sup>®</sup> może zwiększyć frakcję stałego fosforu w osadach?
-

## Bentophos<sup>®</sup> - dane techniczne Data

- Materiał podstawowy: bentonit (95 % wagi)
- modyfikacja: wzbogacenie jonami lantanu (La<sup>3+</sup>-Ions)
  - jony lantanu (wbudowane w warstwy bentonitu) jako aktywny składnik (5 % wagi)
  - wysoce skuteczne wiązanie fosforanów
- produkt: granulki glinopodobne
- Zdolność wiązania fosforanów:
  - Współczynnik stechiometryczny  
La : PO<sub>4</sub> wynosi 1 : 1
  - Wynik lab. Badania adsorpcji :  
1 t Bentophos<sup>®</sup> zawiera 50 kg lantanu ->  
zdolność związania usunięcia 34 kg  
fosforanu (=11 kg fosforu)

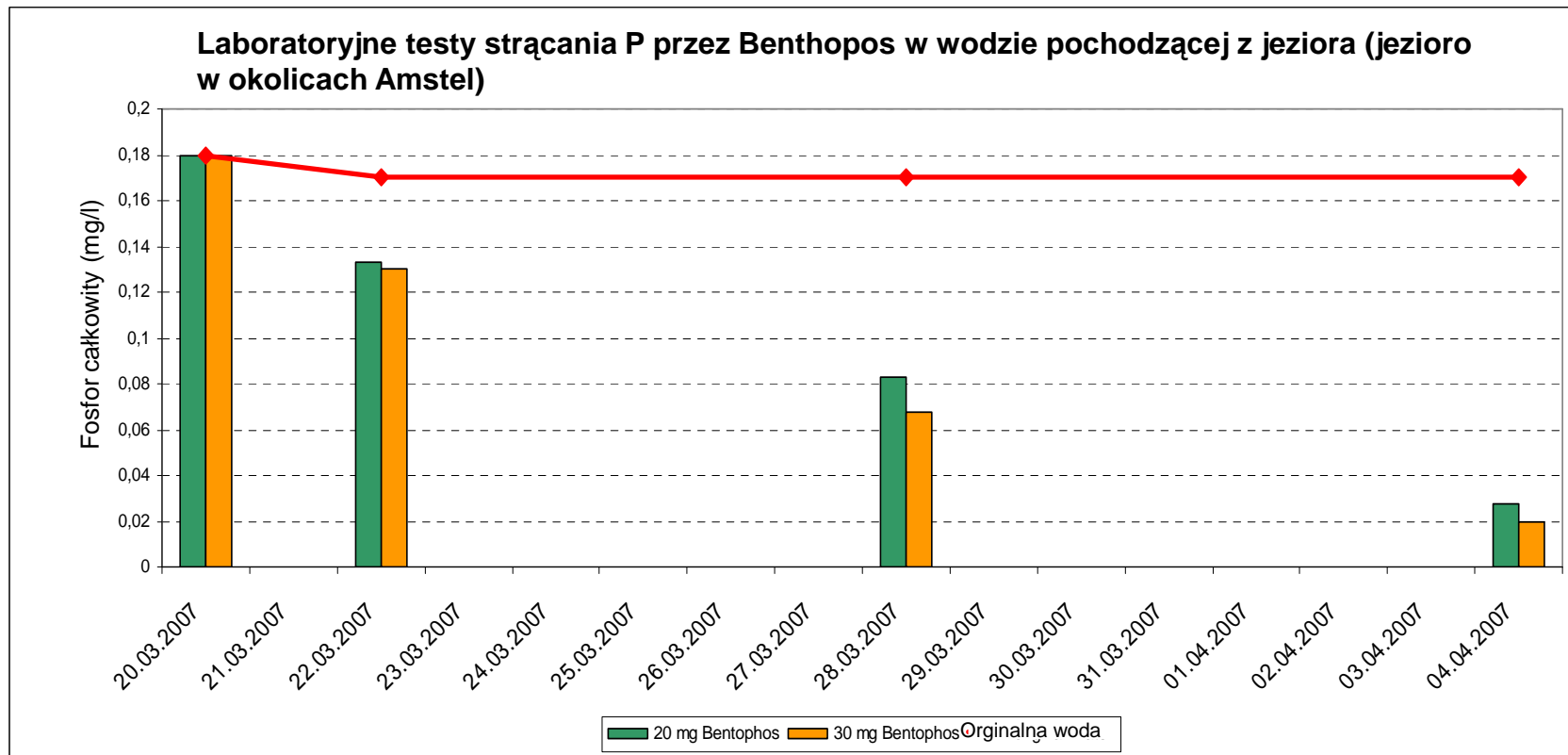


# Zdolność Bentophos<sup>®</sup> do absorpcji fosforanów w zależności od pH



Zdolność do absorpcji P (badania laboratoryjne; 24 h):  
 50 mg Bentophos<sup>®</sup> wiąże >500 µg P  
 (przy współczynniku 50 mg Bentophos<sup>®</sup> do 2 – 200 mg P / L)

# Zmniejszenie stężenia fosforu w słupie wody o wysokiej zasadowości po zastosowaniu preparatu



# Lantan w środowisku

- Naturalne stężenie lantanu w osadach różnych akwenów:
  - ~ **40** mg/kg suchej masy (źródło: RIVM (Krajowy Instytut Zdrowia Publicznego i Środowiska), Holandia)
- Lantan geogeniczny (pochodzący z gleby) w osadach rzeki Elbe:
  - ~ **44** mg/kg suchej masy (source GKSS, Niemcy)
- Własne dane: [mg/kg dw.]
 

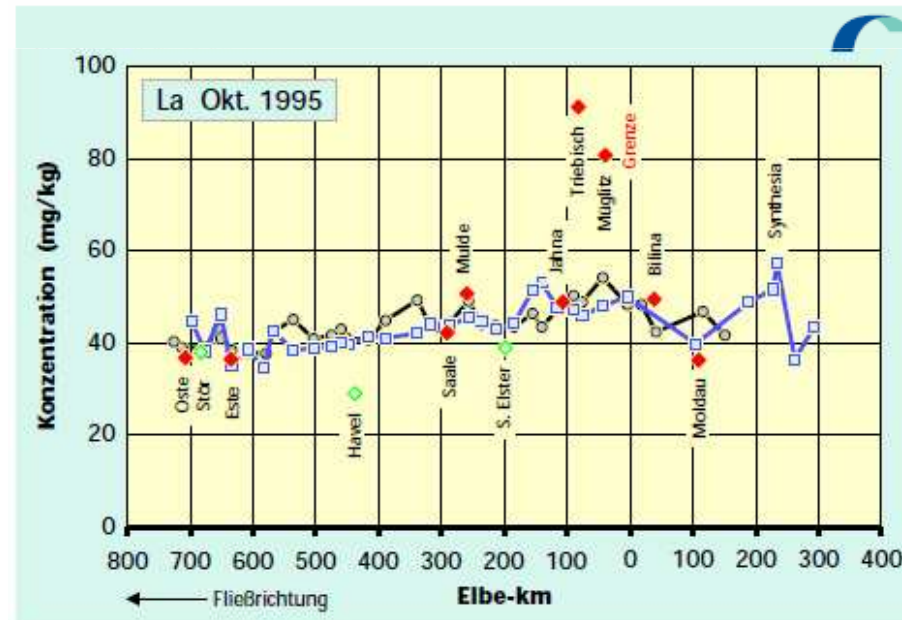
Silbersee	<b>12</b>
Otterstedter See	<b>11</b>
Ellisee	<b>36</b>
Webersee	<b>43</b>
Bärensee	<b>21</b>
Lago di Varese	<b>14</b>
Ouderkerkerplas	<b>24</b>

Table 5.1. Background concentrations of REEs in surface water, sediment and soil

Element	surface water		sediment <sup>1</sup>		groundwater <sup>2,4,5</sup>		soil <sup>2,6</sup>
	FRESH <sup>1</sup> (µg/L)	SALT <sup>2</sup>	FRESH	SALT	PH ≥ 6.2	PH ≤ 6.2	
Sc	<2.80*	0.0007	9.8	12.9	0.001	0.013	0.9
Y	<0.22*	<0.22*	16.8	18.6	0.416	0.077	
La <sup>7</sup>	<0.08*	0.012	36.8	44.1	<0.08*	2	5.0
Ce	<0.13*	<0.13*	68.9	92.6	0.956	<0.13*	9.0
Pr <sup>7</sup>	<0.08*	<0.08*	8.0	10.9	0.125	<0.08*	
Nd	<0.39*	0.0092	36.0	40.4	<0.39*	1	40

1. Detection limits with ICP-MS (van Son, 1994)

2. Stuyfzand, 1991



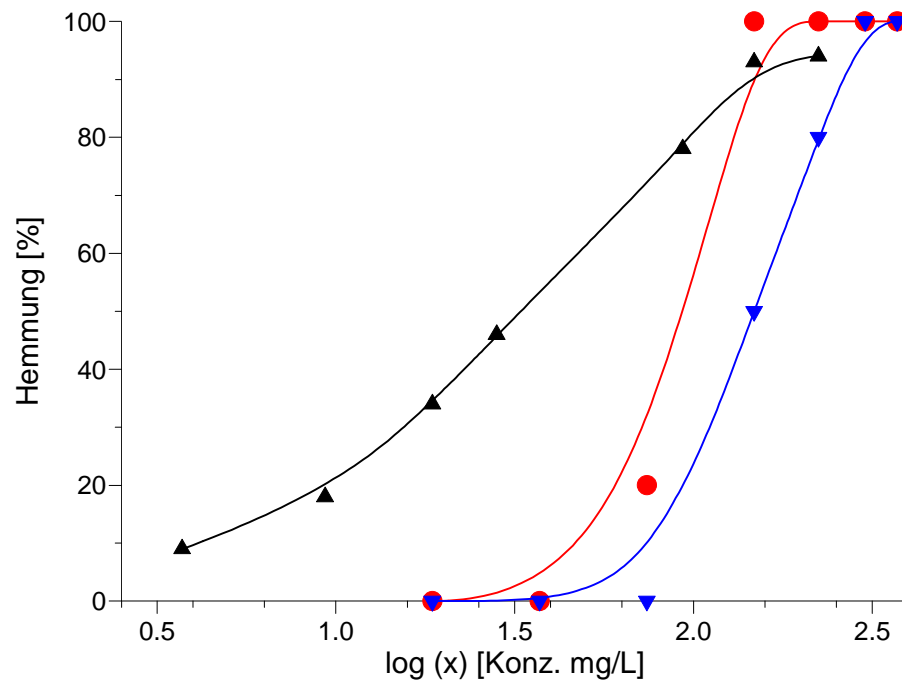
# Bentophos<sup>®</sup> - dane toksykologiczne

Testy dot.  
Ekotoksyczności  
jonów :

Bakterie luminiscencyjne (ISO 11348-3) **EC50 = 37 mg La/L**

**Rozwielitka (DIN 38412-L30) EC50 = 103 mg La/L**

**Rybia ikra (DIN 38415-T6) EC50 = 150 mg La/L**



Dla porównania:

Poziomy stężenia lantanu w wodzie  
po zastosowaniu Bentophos<sup>®</sup>:

~20 µg/L (czynnik niższy o 1000)

w obecności fosforanów:

nie wykryto żadnego efektu toksycznego  
po utworzeniu fosforanu lantanu:

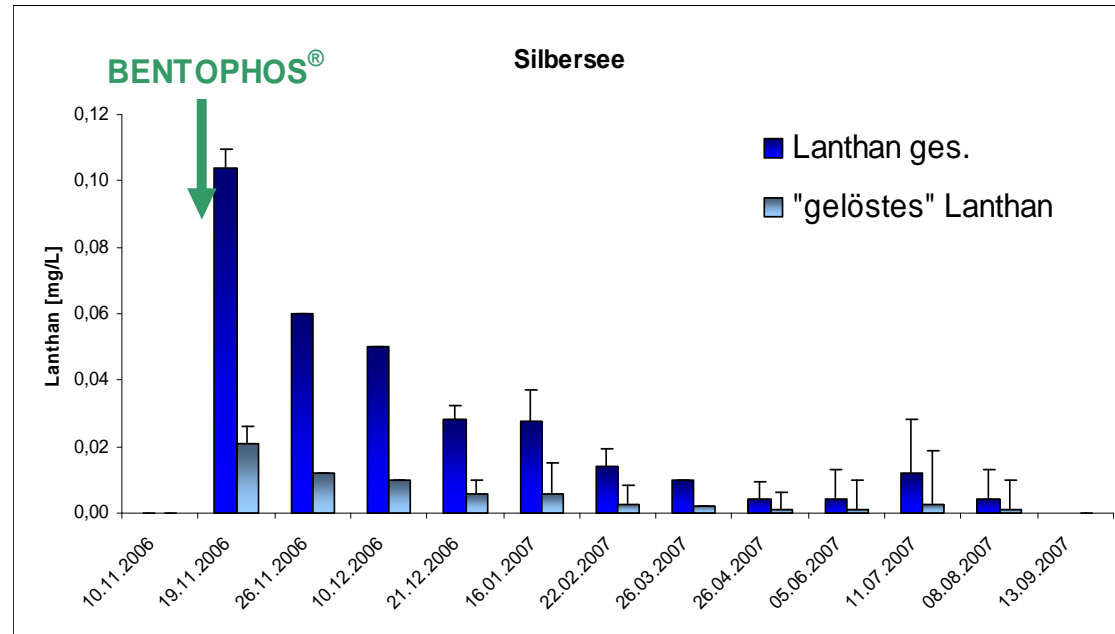
brak biodostępności

## Absorpcja jonów lantanu w różnych tkankach ryb

			02.05.2007	02.05.2007	02.05.2007
			Otterstedter See	Otterstedter See	Otterstedter See
<b>Węgorz</b>			<b>skóra</b>	<b>mięśnie</b>	<b>wątroba</b>
parametr	metoda	Jedn.			
Masa sucha	ISO 11465:1996-12	%	<b>55.8</b>	<b>21.5</b>	<b>39.6</b>
<b>Miedź</b>	DIN 38406-E29:1999-05	mg/kg TS	<b>2.6</b>	<b>1.0</b>	<b>120</b>
<b>cynk</b>	DIN 38406-E29:1999-05	mg/kg TS	<b>49</b>	<b>57</b>	<b>182</b>
<b>Kadm</b>	DIN 38406-E29:1999-05	mg/kg TS	<b>&lt;0.5</b>	<b>&lt;0.5</b>	<b>0.5</b>
<b>Rtęć</b>	EN 12338-E31:1998-07	mg/kg TS	<b>0,037</b>	<b>0.079</b>	<b>0.077</b>
<b>nikiel</b>	DIN 38406-E29:1999-05	mg/kg TS	<b>2.1</b>	<b>&lt;0.5</b>	<b>&lt;0.5</b>
<b>Lantan</b>	DIN 38406-E29:1999-05	mg/kg TS	<b>2.9</b>	<b>&lt;0.5</b>	<b>0.9</b>
<b>aluminium</b>	ISO 11885-E22:1997-11	mg/kg TS		<b>&lt;5</b>	<b>190</b>

# Charakterystyka lantanu

- Lantan całk. w wodzie zmniejszył się z 100 do 0 µg/L
- Rozpuszczony lantan w wodzie miał poziom około 20 do 0 µg/L
- Lantan w osadach wzrósł z 12 do ~135 mg/kg suchej masy



21.5 t Bentophos® zawiera 1075 kg lantanu. Wynik w 350000 m<sup>3</sup> wody jeziornej:

## BENTOPHOS®

	10.11.06	19.11.06	10.12.06	21.12.06	16.01.07	22.02.07	26.03.07	26.04.07	05.06.07	08.08.07	13.09.07	
La <sup>3+</sup>	0.00	0.104	0.050	0.028	0.028	0.014	0.010	0.004	0.004	0.004	0.0	mg/L
La	0.00	36.4	17.5	9.8	9.6	4.9	3.5	1.4	1.4	1.4	0.0	kg

## Zastosowanie - przykłady

### • Silbersee:

- Sztuczne jezioro o pow. 9 ha, max. głęb. 8 m
- Zeutrofizowane
- Intensywnie wykorzystywane (rekreacja)
- Regularne zakazy kąpieli ze względu na masywny zakwit sinic
- Wysokie stężenie fosforanów w osadach
- Zastosowana dawka Bentophos® : 21.5 ton



### • Otterstedter See:

- wiek 12000 lat, pow. 4.5 ha, max. głęb. 11 m
- Strefa rekreacyjna, gęsto zaludniona
- zeutrofizowane
- Częściowo udane usunięcie wód głębokich, pomimo to zakwity sinic
- cel: zapobiec uwalnianiu się fosforanów z osadów do wody
- Zastosowana dawka Bentophos® : 11 ton



# Technologia stosowania - zasady



**Surowiec / granulki**



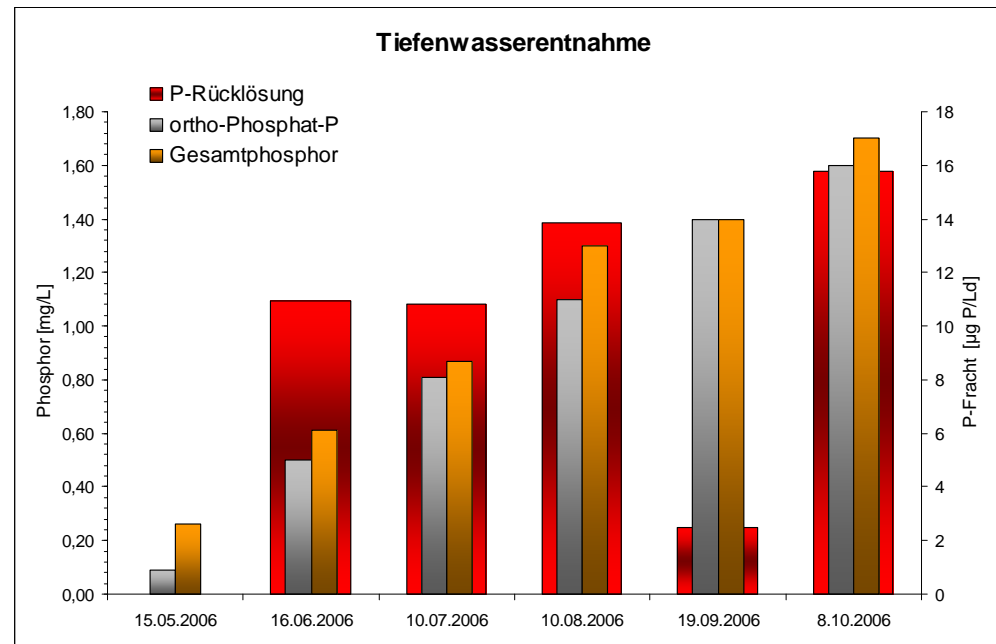
**Przygotowanie zawiesiny**



**Spryskanie,  
wstrzyknięcie do  
wody**

## • Silbersee

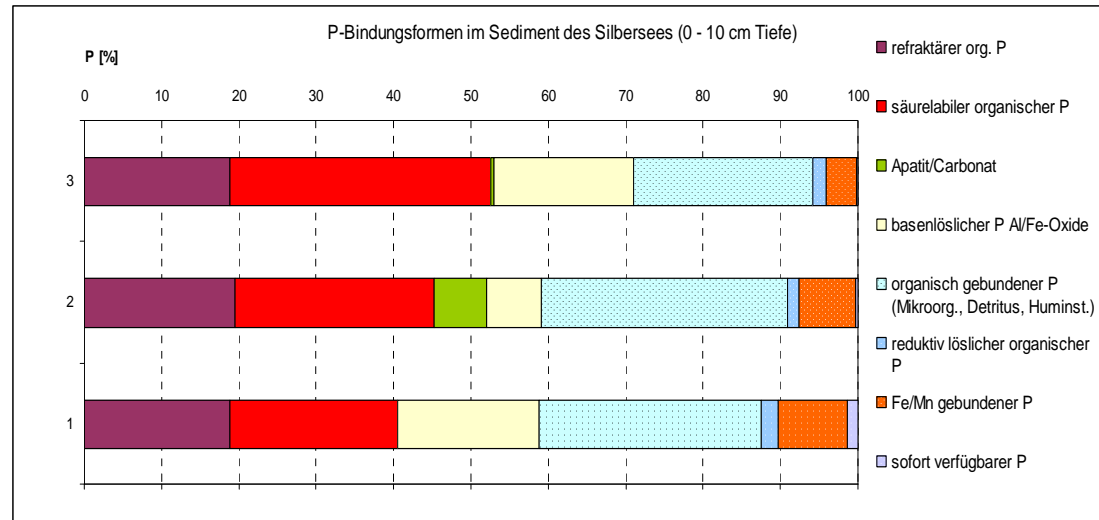
- Podczas usuwania wód głębokich stężenie fosforu w wodzie wzrosło z 0.29 do 1.70 mg/L
- Udział frakcji ortofosforanów wzrósł do 100 % fosforu całkowitego
- zawartość fosforu pochodzącego z osadów wzrosła do 16  $\mu\text{g P/Ld}$   
(po zastosowaniu Bentophos® zaw. Fosforu ograniczono do max. 0.3  $\mu\text{g P/Ld}$ )





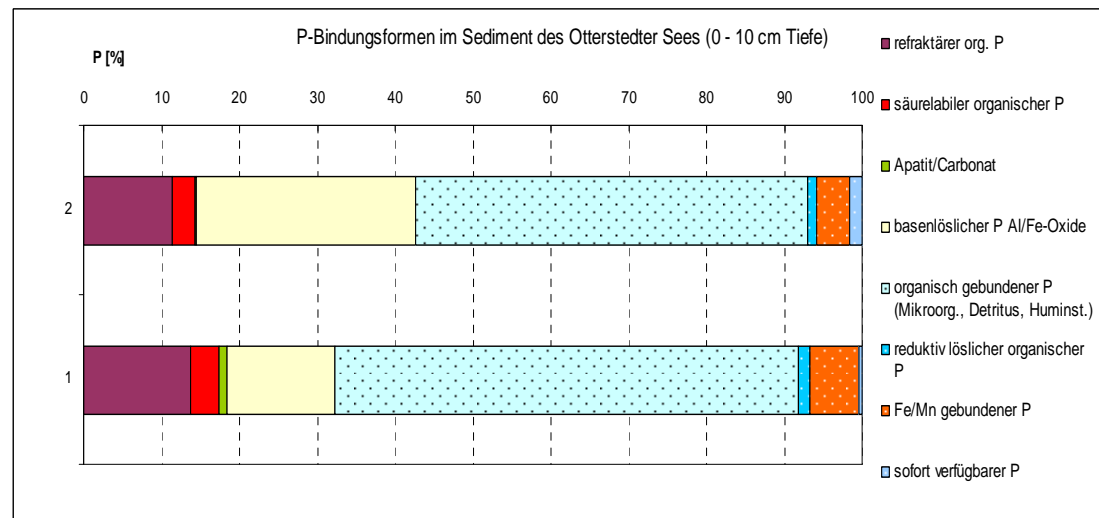
## •Silbersee:

- Osady zawierają ok 1000kg fosforu
- początkowo 40 % w postaci dostępnego fosforu biogenicznego
- W czasie obserwacji zmniejszenie o ~30 %



## •Otterstedter See:

- Osady zawierają ok. 700 kg fosforu
- początkowo 70 % w postaci dostępnego fosforu biogenicznego
- Wzrost fosforu stałego



## •Bäreensee:

- Sztuczne jezioro, 5 ha; max. głęb. 3.5 m
- zeutrofizowane
- Intensywnie wykorzystywane-rekreacja
- Regularne, masywne zakwity sinic
- Stężenie chlorofilu >80 µg/L (luty)
- Fosforany w stałym użyciu
- cel: zapobiec uwalnianiu się fosforanów z pozbawionych tlenu osadów
- Zastosowana dawka Bentophos® 11.5 tons



### BENTOPHOS®

	08.02.2007	11.06.2007	21.06.2007	16.08.2007	17.09.2007	
głębokość Secchi	0,3	1,5	1,9	1,3	1,8	m
chlorofil a	82,6	6,2	14,8	35,3	22,8	µg/L
ortofosforany-p	<10	<10	<10	<10	<10	µg/L
Fosfor całkowity-p (1 m)	96	72	45	36	32	µg/L
Fosfor całkowity-p (3 m)	82	69	120	74	59	µg/L

---

# Conclusions

- ✓ Lantan jest wszechobecnym składnikiem osadów
  - ✓ Szybkie i trwałe związanie ortofosforanów ( $\text{PO}_4$ )
  - ✓ Skuteczna redukcja poziomu fosforu w większości rodzajów wód
  - ✓ Niepogorszone działanie w warunkach beztlenowych
  - ✓ Małe znaczenie ekotoksykologiczne
  - ✓ Zmniejszenie uwalniania fosforu z osadów
  - ✓ Zwiększenie frakcji fosforu stałego
  - ✓ Raczej brak wpływu na równowagę jonową akwenów
  - ✓ Stabilność fosforanu lantanu w szerokim zakresie pH
  - ✓ Dobry współczynnik koszt/korzyść
-

# Mapa drogowa

- Dalsze testy dot. Kwestii ekotoksykologicznych i długoterminowej skuteczności Benthopos®
    - Projekty laboratoryjne / mezokosm dotyczące środowisk wrażliwych
    - Projekty na szeroką skalę dotyczące silnie zeutrofizowanych ekosystemów
  - Włączenie i wsparcie badaczy/organizacji naukowych w Europie
    - Niemcy: IGB Berlin, agencje ochrony środowiska w wielu państwach związkowych
    - Wlk.Brytania: Centrum Ekologii i Hydrologii (CEH)
    - Włochy: ARPA Lombardia, Prowincja Varese
    - Holandia: Dr. Miquel Lurling (Uniw. of Wageningen), Leon Lamers (Uniw. of Nijmegen)
-

# Institut Dr. Nowak

- Prywatny instytut limnologiczny
- założony (1972), kierowany przez *Dr. Karl-Ernst Nowak* (*absolwent MPI for Limnology Plön, Prof. W. Ohle*)
- Pierwsze badania na temat usuwania fosforanów w oczyszczalni ścieków w 1971
- Laboratorium analiz środowiska, akredytowane w zgodzie z ISO 17025:2005
- Różnorodne niemieckie rejestracje (analizy ścieków, analizy wody pitnej itd.)
- Specjalizacja w analizie osadów portowych/bagrowanych (np. niemieckie laboratorium referencyjne analiz związków organotyn w osadach)
- Od lipca 2006 wyłączna licencja na stosowanie bentophos® (Phoslock®) na Niemcy-Austrie-Szwajcarię i od 2007 licencja na kraje BENELUXu
- Konsultacje limnologiczne dla *Phoslock Water Solutions* i ścisła współpraca z europejskim biurem Phoslock w zakresie istotnych projektów w Europie i na Bliskim Wsch.
  - Badania w dziedzinie zwiększenia skuteczności Bentophos®
  - Badania w dziedzinie ekotoksyczności i trwałości Bentophos®
  - Rozwój i doskonalenie metod stosowania
- Aktualne informacje na temat Bentophos® /Phoslock® :
  - <http://www.bentophos.de>



Institut Dr. Nowak

Mayenbrook 1

D-28870 Ottersberg

[www.limnowak.com](http://www.limnowak.com)