

# Nachhaltige Landnutzung im Weißenstädter Becken - woher kommt der Phosphor?

M.Mertens<sup>1</sup>, C.Hartmann<sup>2</sup> und B.Huwe<sup>1</sup>

## 1 Einleitung

Durch überhöhte Phosphor-Einträge verursachte Algenblüten sind einer der Hauptgründe für Badeverbote an Freizeitseen in Mitteleuropa. Neben Unterschreitung der 1 Meter-Mindestsichttiefe (EU-Badegewässer-Richtlinie), ist von einem erhöhten Risiko der Ausscheidung von gesundheitsschädlichen Blaualgen und Mycotoxinen durch Blaualgen auszugehen.

Sanierungsmaßnahmen an Badegewässern können nur dann zielgerichtet erfolgen, wenn die ursächliche und die räumliche Verteilung der Phosphor-Belastungen bekannt ist.

## 2 Untersuchungsgebiet, Ausgangslage

Der 50 ha große Weißenstädter See ist ein typischer eutropher Flachsee mit ganzjähriger Vollzirkulation. Bei einer Wassertiefe von maximal 3 m erwärmt sich das Wasser im Sommer rasch. 1976 wurde der von der Eger gespeiste See an der Stelle eines mittelalterlichen Karpfenteichs angestaut. Der Weißenstädter See liegt im Fichtelgebirge in Nordost-Bayern auf 613 m ü. NN und hat ein Einzugsgebiet von 30 km<sup>2</sup>. 2/3 des Einzugsgebiets sind Fichtenforst, nur 11% Ackerland, der Rest Grünland. Insgesamt 190 Fischteiche entwässern in den See. Ausgangsgestein im Gebiet ist basenarmer Granit, der bis zu 30 m tief verwittert ist. Die Waldböden sind durch hohe SO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> Einträge stark versauert (pH-Werte z.T. < 3). Nach Algenblüte und Fischsterben 1991 wurde der See zum ersten Mal komplett abgefischt. In den 90er Jahren erfolgte der Anschluss aller Ortsteile im Einzugsgebiet an die zentrale Ringkanalisation. Dadurch wurden die punktuellen P-Einträge auf ein Minimum abgesenkt.

Trotz dieser Maßnahmen sind die P-Konzentrationen mit durchschnittlich 50 µg P/l immer noch zu hoch.

## 3 Messprogramm

Nach Auswertung der verfügbaren Daten (von insgesamt 9 Institutionen) zu den P-Konzentrationen und -Frachten der Seezuläufe und des Sees seit 1976, wurden die Zuflüsse sowie der Abfluss des Sees von Dezember 2001 bis März 2003 sowohl ereignisbezogen als auch monatlich auf die verschiedenen P-Fractionen untersucht. Die Auswertung der P<sub>GESAMT</sub>-Messdaten erfolgte getrennt nach Niedrigwasser, auflaufendem bzw. ablaufendem Hochwasser. Das Verhältnis von P<sub>ORTHO</sub> und P<sub>GEFILTERT</sub> zu P<sub>GESAMT</sub> gibt zusätzlich Auskunft darüber, in welchem Umfang Bodenerosion vor der Probenahme stattgefunden hat. Dadurch konnten sowohl die Spitzenwerte bei Hochwasser als auch die Mittelwerte bei Niedrigwasser erfasst werden. Darüber hinaus wurden Interviews mit den Teichwirten zur Erfassung der relevanten P-Bilanzgrößen geführt.

## 4 Ergebnisse

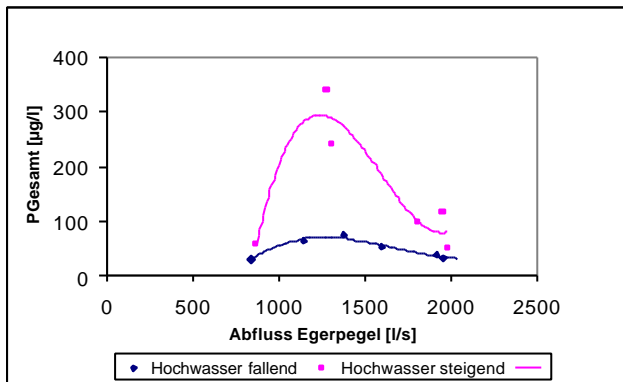
Erwartungsgemäß liegen die P<sub>GESAMT</sub>-Gehalte der Vorfluter bei auflaufendem Hochwasser deutlich höher als bei ablaufendem Hochwasser oder Niedrigwasser (siehe Abb. 1). Dies wird auf die höhere und dadurch erosionswirksame Fließgeschwindigkeit zu Beginn eines Hochwasser-Ereignisses zurückgeführt. Die P<sub>GESAMT</sub>-Gehalte steigen, ausgehend vom Mittelwert bei Niedrigwasser von 43 µg P/l zunächst steil an, bis ab etwa 1200 l/s Abfluss (Egerpegel) die Flussaue überschwemmt wird. Dadurch nimmt die Fließgeschwindigkeit ab und der an Bodenpartikel gebundene Phosphor sedimentiert in der Aue ab. Die Folge sind niedrigere P-Konzentrationen bei noch höheren Abflüssen. Für die Abschätzung der Jahresfrachten des Hauptvorfluters Eger bei Hochwasser wurde daher eine Regression über ein Polynom 3. Grades verwendet. Ohne Berücksichtigung der Hochwasserphasen wäre es zu einer deutlichen Fehleinschätzung der erosionsbedingten P-Austräge gekommen.

---

<sup>1</sup> Universität Bayreuth, Geo II, Universitätsstr. 30, 95447 Bayreuth, marion.mertens@uni-bayreuth.de

<sup>2</sup> GeoTeam GmbH, 95444 Bayreuth, Wilhelmsplatz 7

Abbildung 1:  $P_{\text{GESAMT}}$ -Gehalte der Eger am Egerpegel in Abhängigkeit von der Abflussmenge bei auf- bzw. ablaufendem Hochwasser (Zeitraum: 12/01 – 3/03)



Die Verrechnung der P-Messdaten mit den stündlichen Abflussmessungen am Egerpegel, die Umrechnung auf das Gesamt-Einzugsgebiet und den Bezugszeitraum 1996-2002 ergeben die in Tabelle 1 dargestellten Ergebnisse. Demnach stammt knapp die Hälfte der P-Einträge in den Weißenstädter See von Hochwasser-Ereignissen und ist damit dem zentralen Problemkreis Bodenerosion zuzuordnen. In etwa derselbe Anteil wird über Grundwasser und Bäche aus Waldgebieten ausgetragen. Zum Vergleich sind in Tabelle 1 die Ergebnisse der P-Studie Eixendorfer Stausee der Bayer. Landwirtschaftsverwaltung (KREMB et al. 2001) dargestellt. Während sich die erosionsbedingten P-Austräge in der gleichen Größenordnung bewegen, sind im Weißenstädter Becken insbesondere die Austräge aus punktuellen Quellen geringer und die Austräge unter Wald deutlich höher.

Tabelle 1: Herkunftsvergleich der P-Einträge in den Weißenstädter See und den Eixendorfer Stausee

Einzugsgebiet	Weißenstädter See (32 km <sup>2</sup> )		Eixendorfer Stausee (410 km <sup>2</sup> )	
	Anteil (%)	P-Menge (kg/km <sup>2</sup> a)	Anteil (%)	P-Menge (kg/km <sup>2</sup> a)
Verkehrsflächen ohne Kanalisation	3,5	-	3	-
Siedlungsflächen, Abwasser	0,6	-	26	-
Teichwirtschaft	±0	±0	<1	329
Forstwirtschaft	46	20	4	5,7
Landwirtschaft, davon				
Erosion/Abschwemmung	44	111	44	137
Drainagen	6	15	16	49
<i>Mittel</i>		27,7		78,3

#### 4 Schlussfolgerungen

Durch konsequente Grünlandnutzung der Flussauen, Optimierung der P-Düngung und Einhaltung ungedüngter Randstreifen zu Gewässern und Gräben können die P-Austräge aus Böden noch deutlich verringert werden. Der Transport von erodiertem Bodenmaterial im Zuge von Hochwasserereignissen kann abgemildert werden durch Wiederherstellung funktionsfähiger Überschwemmungsbereiche oberhalb des Sees. Dort wo eine Verbesserung der Gewässerstruktur kurzfristig nicht möglich ist, kann ggf. die Rückhaltefunktion vorhandener Fischteiche im Oberlauf genutzt werden. Die Ursachen für die hohen P-Austräge unter Wald werden derzeit noch untersucht, um Empfehlungen für forstliche Bewirtschaftungsmaßnahmen entwickeln zu können.

#### Literatur

KREMB, S., HONISCH, M., RASCHBACHER, S. (2001): Ursachen von Phosphatbelastungen der Landwirtschaft in Seen mit Acker- und Grünlandnutzung im Einzugsgebiet und Umsetzung von Maßnahmen zur Verringerung des Eintrags am Eixendorfer Stausee (Lkr. Schwandorf). Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft, 126 S.

#### Danksagung

Die Autoren danken der Deutschen Bundesstiftung Umwelt für ihre Unterstützung (Az 17681).

