

# Untersuchungen zum P-Austrag aus landwirtschaftlich genutzten Flächen

M. Diepolder, S. Raschbacher

Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz,  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising

## Einleitung und Problemstellung

Mit der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) hat sich die europäische Wasserpolitik das Ziel „sauberer und lebendiger Gewässer in Europa“ gesetzt. Bei der Vorgabe, bis zum Jahr 2015 einen „Guten Zustand aller Wasserkörper“ zu erreichen und unter der Prämisse eines generell bestehenden Verschlechterungsverbots sieht die WRRL speziell für Oberflächengewässer die Herbeiführung sowohl eines guten chemischen, wie auch ökologischen Zustandes vor. Dies beinhaltet die fach- und grenzüberschreitende Entwicklung von Strategien und Normen gegen die Wasserverschmutzung.

Zielsetzung des INTERREG-III-A-Projektes „*Saubere Seen*“ war es, im Einzugsgebiet von zwei eutrophierten Stauseen in der Oberpfalz/Bayern anhand von mehrjährigen Messreihen den Phosphoreintrag zu quantifizieren sowie Erkenntnisse über die Ursachen und Wege des Phosphoreintrags zu gewinnen und daraus Möglichkeiten zu dessen Reduzierung abzuleiten.

Aus diesem Projekt werden Forschungsergebnisse der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft speziell zum P-Austrag aus landwirtschaftlichen Nutzflächen vorgestellt. Weitere Teilergebnisse des gesamten Forschungsvorhabens finden sich bei DIEPOLDER *et al.*, 2005 sowie DIEPOLDER UND RASCHBACHER, 2007.

## Material und Methoden

Bei vier Teileinzugsgebieten (TEZG) im Einzugsgebiet des Eixendorfer Stausees in der Oberpfalz/Bayern wurden bei den Abläufen Messstellen installiert. Die TEZG waren unterschiedlich groß (A: 73,5 ha, B: 288,5 ha, C: 63,6 ha, D: 43,4 ha) und wiesen unterschiedliche Flächenanteile an Acker-, Grünland-, Wald- und Siedlungsflächen, unterschiedliche Erosionsgefährdung der Ackerflächen sowie einen unterschiedlichen Grad der Extensivierung (u.a. Viehdichte, siehe Tabelle 1) der landwirtschaftlichen Produktion auf. An diesen Hauptmessstellen wurden die P-Einträge sowohl qualitativ als auch quantitativ erfasst, d.h. es wurde zum Einen die Abflussmenge und zum Anderen die P-Konzentration in den aus den jeweiligen Einzugsgebieten austretenden Fließgewässern bestimmt. Zur kontinuierlichen Probenahme an den Hauptmessstellen wurden automatische Probenehmer (Fa. ISCO) eingesetzt, die mit einem Einperlmodul versehen waren, welches die Pegelhöhe misst und diese in Intervallen von 15 Minuten abspeichert. Aus den Pegelhöhen wurde der Durchfluss über Formeln für geeichte V-Wehre errechnet. Aus der Abflussmenge und der P-Konzentration wurden die P-Frachten ermittelt und EDV-technisch zu Monats- bzw. Jahresdurchschnittswerten aggregiert. In

Ergänzung dazu wurden durch Schöpfprobenahmestellen weitere Werte über P-Konzentrationen erhoben.

Die Berechnung des durchschnittlichen jährlichen Eintrags an Gesamt-P (TP-Fracht) aus der landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) in die Vorfluter erfolgte indirekt durch Differenzbildung. Es wurden von der (gemessenen) gesamten TP-Fracht aus einem Einzugsgebiet die aus der Literatur und eigenen stichpunktartigen Untersuchungen für die Region bekannten (hochgerechneten) TP-Frachten aus Wald, Teichwirtschaft, Siedlung und Verkehr abgezogen.

Die Ermittlung des Umfangs der jeweiligen Einzugsgebiete erfolgte mittels topographischer Karten im Maßstab 1:25.000 mit Hilfe des EDV-Programmes „ArcView“ anhand der Höhenlinien. Es erwies sich hierbei als hilfreich, vor Ort eine weitere Überprüfung vorzunehmen. Die Ermittlung der Flächengröße und Flächennutzungen erfolgte mittels Luftbilder sowie topographischer Karten in ArcView und mit Hilfe der InVeKos-Daten der bayerischen Landwirtschaftsverwaltung. Informationen zum Viehbesatz und zur Nutzung landwirtschaftlicher Förderprogramme stammen ebenfalls aus InVeKos-Daten. Ein ortsansässiger Gebietsberater erhob darüber hinaus bei Einzelbetriebsbesuchen weitere notwendige Daten.

Die TP-Austräge in Tabelle 1 sind in Elementform angegeben. Sie basieren auf Messzeiträumen von 68 (A, B), 56 (C) und 27 (D) Monaten. Die in dieser Zeit aufgetretenen durchschnittlichen Niederschlagsmengen pro Jahr lagen bei 820 mm/a (A, B), 850 mm/a (C) bzw. 750 mm/a (D).

## **Ergebnisse und Diskussion**

Die in Tabelle 1 zusammengefaßten Daten zeigen, dass durch die gezielte Auswahl von Teileinzugsgebieten eine große Variation der landwirtschaftlichen Flächennutzung als Basis für eine weitere Interpretation bezüglich des Einflusses der Landnutzung auf den P-Eintrag in Oberflächengewässer erreicht wurde. Dies spiegelt sich auch in den ermittelten P-Frachten pro Hektar und Jahr aus der LN wieder.

Die durchschnittlichen jährlichen P-Frachten aus den landwirtschaftlichen Nutzflächen bewegten sich in einer Spannweite von 0,20 kg TP/ha und 0,64 kg TP/ha. Dies entspricht in der Oxidform 0,46 bzw. 1,47 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pro Hektar und Jahr.

Die Obergrenze wurde dabei bei demjenigen Teileinzugsgebiet (A) mit dem höchsten Anteil an Ackerflächen (76 % der LN), welche zudem überwiegend mittel bis stark erosionsgefährdet waren, ermittelt.

Die Untersuchungen belegten ferner, dass in allen Teileinzugsgebieten sowie auch (hier nicht explizit dargestellt) direkt am für den Gesamteinzugsgebiet repräsentativen Seezulauf hohe monatliche P-Frachten meist in Verbindung mit hohen monatlichen Abflussraten vor allem im Winterhalbjahr auftraten, während die Extrema der TP-Konzentrationen vor allem in den Sommermonaten zu verzeichnen waren.

Aus den im TEZG A gewonnenen Erkenntnissen lässt sich für vergleichbare Einzugsgebiete mit einem hohen Anteil an Ackerbau in erosionsgefährdeten Lagen übertragen und belegen, dass gerade in der Förderung von

erosionsmindernden Maßnahmen sowie in einem langfristigen Abbau des P-Gehalts hoch versorgter Ackerflächen wesentliche Ansatzpunkte für die Minderung von diffusen P-Austrägen aus landwirtschaftlich genutzten Flächen zu sehen sind.

Tab. 1: Durchschnittliche TP-Austräge (Gesamt-Phosphor) aus den landwirtschaftlichen Nutzflächen von vier Teileinzugsgebieten mit unterschiedlicher Nutzung

Teil-einzugs- gebiet	Charakterisierung				
	Acker (% LN)	Erosions- gefährdung bei Acker	Grünland (% LN)	Ø Vieh- besatz (GV/ha)	Ø P-Fracht von der LN (kg TP/ ha und Jahr)
A	76	hoch	24	1,8	0,64
B	42	mittel bis hoch	58	1,6	0,55
C	50	mittel	50	1,8	0,47
D	30	sehr niedrig	70	1,1	0,20

Bei den Teileinzugsgebieten B und C lag die von der LN stammende durchschnittliche jährliche P-Fracht bei 0,47 bzw. 0,55 kg TP (ca. 1,1 bzw. 1,3 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) pro Hektar und Jahr.

Die Untergrenze beim P-Austrag aus der LN bildete mit durchschnittlich 0,20 kg TP/ha und Jahr das Teileinzugsgebiet D. Dieses wies den höchsten Grünlandanteil, sehr niedrig erosionsgefährdete Ackerflächen und den geringsten Viehbesatz aller vier TEZG auf.

Die Größenordnung der dort abgeleiteten P-Frachten können somit als ein Anhalt dafür gewertet werden, bis zu welcher Grenze sich diffuse P-Belastungen aus der Landwirtschaft senken lassen.

Die mittlere P-Konzentration im Vorfluter aus diesem siedlungsarmen TEZG mit weitgehender Ausschöpfung landwirtschaftlicher Extensivierungsmöglichkeiten, einem hohen Grünland- und Waldanteil lag bei 0,09 mg TP/l mit Monatsmaxima von 0,20 mg TP/l. Sie lag jedoch damit immer noch weit über dem Grenzwert (0,03 mg TP/l) der für einen mesotrophen Zustand des Eixendorfer Sees, d. h. für eine nur mäßige Algenbildung anzustreben ist.

Obwohl die mittleren P-Konzentrationen von Seezuläufen keinen direkten Rückschluss auf die mittlere P-Konzentration im stehenden Gewässer erlauben (Einbau von P in Biomasse, Sedimentations- und Umschichtungsprozesse), konnte dennoch für solche polytrophen flache Seen mit im Verhältnis zur Oberfläche sehr großen Einzugsgebieten (ca. 400:1 beim Eixendorfer Stausee) geschlossen werden: Nur extrem extensive, grünland- und walddreiche Landnutzungssysteme in Kombination mit einer optimalen Abwassersituation im

Siedlungsbereich können eine für touristische Zwecke befriedigende Gewässerqualität gewährleisten.

Erkennbar wurden damit aber auch Grenzen des möglichen Gewässerschutzes in sensiblen Gebieten. Es zeigt sich ferner die nicht vollständig aufzuhebende Diskrepanz zwischen einer seit langem bestehenden landwirtschaftlich betonten Flächennutzung unter gegebenen ökonomischen Rahmenbedingungen einerseits sowie andererseits den aus gesamtgesellschaftlicher Sicht ebenfalls nachvollziehbaren Anforderungen durch Freizeit und Tourismus an die Gewässerqualität eines künstlichen (flachen) Sees, der ursprünglich primär dem Hochwasserschutz dienen sollte.

## **Schlussfolgerungen**

Aus mehrjährigen Untersuchungen der bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft bei vier Teileinzugsgebieten in der Region des oberpfälzischen Eixendorfer Stausees ließen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen: Der durchschnittliche Austrag an Gesamt-Phosphor aus der landwirtschaftlichen Nutzfläche konnte im Gesamtmittel auf knapp 0,5 kg TP (Elementform) pro Hektar LN und Jahr quantifiziert werden. Je nach Flächennutzung und Topographie der LN bestanden jedoch für die einzelnen Teileinzugsgebiete erhebliche Unterschiede, welche Spannweiten der TP-Frachten von 0,20 bis 0,64 kg TP/ha LN und Jahr ergaben. Die Untergrenze wurde nur bei sehr extensiver Landnutzung erzielt.

Wie im Untersuchungsgebiet bleiben auch bei der Übertragung der Ergebnisse auf andere Regionen die Anforderungen unterschiedlicher Zielgruppen (Landwirtschaft, Freizeit, Tourismus) und Möglichkeiten einer ökonomischen wie ökologischen Realisierung sorgfältig und kritisch abzuwägen.

## **Literatur**

DIEPOLDER, M., RASCHBACHER, S., EBERTSEDER, TH. (2005): Versuchsergebnisse zum P-Austrag aus Drainagen unter Grünland bei Düngerapplikation unmittelbar vor einem Starkregenereignis. In: Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Band 17 „Wasser und Pflanzenbau – Herausforderungen für zukünftige Produktionssysteme“, Verlag Günter Heimbach, Stuttgart.

DIEPOLDER, M. und RASCHBACHER, S. (2007): Quantifizierung von P-Austrägen aus landwirtschaftlichen Flächen – Ergebnisse eines Forschungsprojektes. In: Schule und Beratung, (in Vorbereitung; geplante Veröffentlichung August-September 2007), Herausgeber: Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten.