

Untersuchungen zum Phosphoraustrag aus drainierten Grünlandböden im Einzugsgebiet des Waginger-Tachinger Sees

Hanna Ulrich^{1*} und Mira Forster¹

Zusammenfassung

Ein Großteil der Nährstoffeinträge in den Waginger-Tachinger See wird aus der landwirtschaftlichen Fläche eingetragen. Drainagen stellen einen wichtigen Eintragsweg dar, da durch diese die Bodenpassage verkürzt wird und das Sickerwasser schneller in Vorfluter eingeleitet wird.

Im Zuge des Projektes wurde auf zwei drainierten Grünlandstandorten der Phosphoraustrag unter natürlichen Verhältnissen untersucht. In einem zeitlich hoch aufgelösten Probenahmeintervall wurde das Drainagewasser beprobt und die Phosphorkonzentration darin bestimmt. Zusätzlich wurde an beiden Standorten der Abfluss der Drainagen aufgezeichnet. Die Flächen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Phosphorversorgung. Die Fläche E liegt in der Versorgungsstufe E, die Fläche A in der Versorgungsstufe B.

Mit steigendem Abfluss nahmen auch die Phosphorkonzentrationen im Drainagewasser zu. Maximalkonzentrationen von 5 mg/L konnten an der Versuchsfläche E nachgewiesen werden. Die höchsten Konzentrationen wurden während Niederschlagsereignissen, die zeitlich nach der Güllegabe eintraten, detektiert. Aus der sehr hoch versorgten Untersuchungsfläche wurde deutlich mehr Phosphor ausgetragen als aus der niedrig versorgten Fläche.

Schlagwörter: Nährstoffbelastung, Drainage, Gülle, Phosphor

Summary

Most of the nutrient input into the Waginger-Tachinger lake originates from agricultural runoff. Underground agricultural drainage systems are of main interest because they transport the water quickly through the soil into the receiving waterways.

We studied the phosphorus discharge from the drainage systems from two agricultural fields, area A and area E, under natural conditions. The phosphorus concentration of the runoff was quantified at a high temporal resolution and the flow rates were measured, at both sampling areas.

The sampling areas differed relating to their soil phosphorus levels. Sampling area E had a very high soil phosphorus content, and sampling area A had a low soil phosphorus content.

Phosphorus concentrations in the sampled drainage water increased with increasing flow rates. At area E concentrations reached a peak of 5 mg/L. Maximum concentrations were detected after the spreading of manure followed by precipitation. Phosphorus loads in the sampled drainage water from the area with very high soil phosphorus content were much higher than from the sampling area with low soil phosphorus content.

Einleitung

Erhöhte Nährstoffeinträge und die damit einhergehende Gefahr einer Eutrophierung stellen für viele Seen des Vorarlperlandes ein großes Problem dar. Auch der Waginger See erreicht nach derzeitigem Stand den nach der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) geforderten guten ökologischen Zustand sehr wahrscheinlich bis 2015 nicht (BUCHMEIER 2007a).

Die Vorgängeruntersuchungen am Waginger-Tachinger See zeigten, dass Phosphor, der limitierende Faktor für die Primärproduktion, überwiegend aus der landwirtschaftlich genutzten Fläche in die Vorfluter eingetragen wird (BUCHMEIER 2003). Hierbei spielt die Nährstoffversorgung des Bodens sicherlich eine wichtige Rolle (GÄCHTER et al. 1999, PRASUHN 2010). Im Einzugsgebiet des Waginger-Tachinger Sees sind 40% der Grünlandböden und 47% der Ackerböden hoch bis sehr hoch mit Phosphor versorgt

(DIEPOLDER et al. 2007). Während Hochwasserereignissen gelangt der Großteil der Phosphorjahresfracht in den Waginger See (BUCHMEIER 2007b).

Phosphor gelangt über die Eintragswege Erosion, Oberflächenabfluss, Drainageabfluss, Zwischenabfluss und Grundwasserabfluss in die Oberflächengewässer. Wie aus der im Vorgängerprojekt durchgeführten Modellierung von LÖSCHENBRAND et al. 2007 hervorgeht, wird eine erhebliche Menge an Phosphor über den Drainageabfluss (38%) in den Waginger See eingetragen. Aufgrund der verkürzten Bodenpassage durch präferentielle Fließwege, findet auf drainierten Flächen eine erhöhte Phosphorauswaschung statt (STAMM 1998, PRASUHN 2003). Um diesen Eintragspfad genauer zu untersuchen, wurden auf zwei drainierten, intensiv genutzten Grünlandflächen im Einzugsgebiet des Waginger Sees über einen Zeitraum von einem bzw. einem halben Jahr der Abfluss und die Phosphorkonzentration im

¹ Wasserwirtschaftsamt Traunstein, Rosenheimer Straße 7, D-83278 TRAUNSTEIN

* Ansprechpartner: Hanna Ulrich, hanna.ulrich@wwa-ts.bayern.de



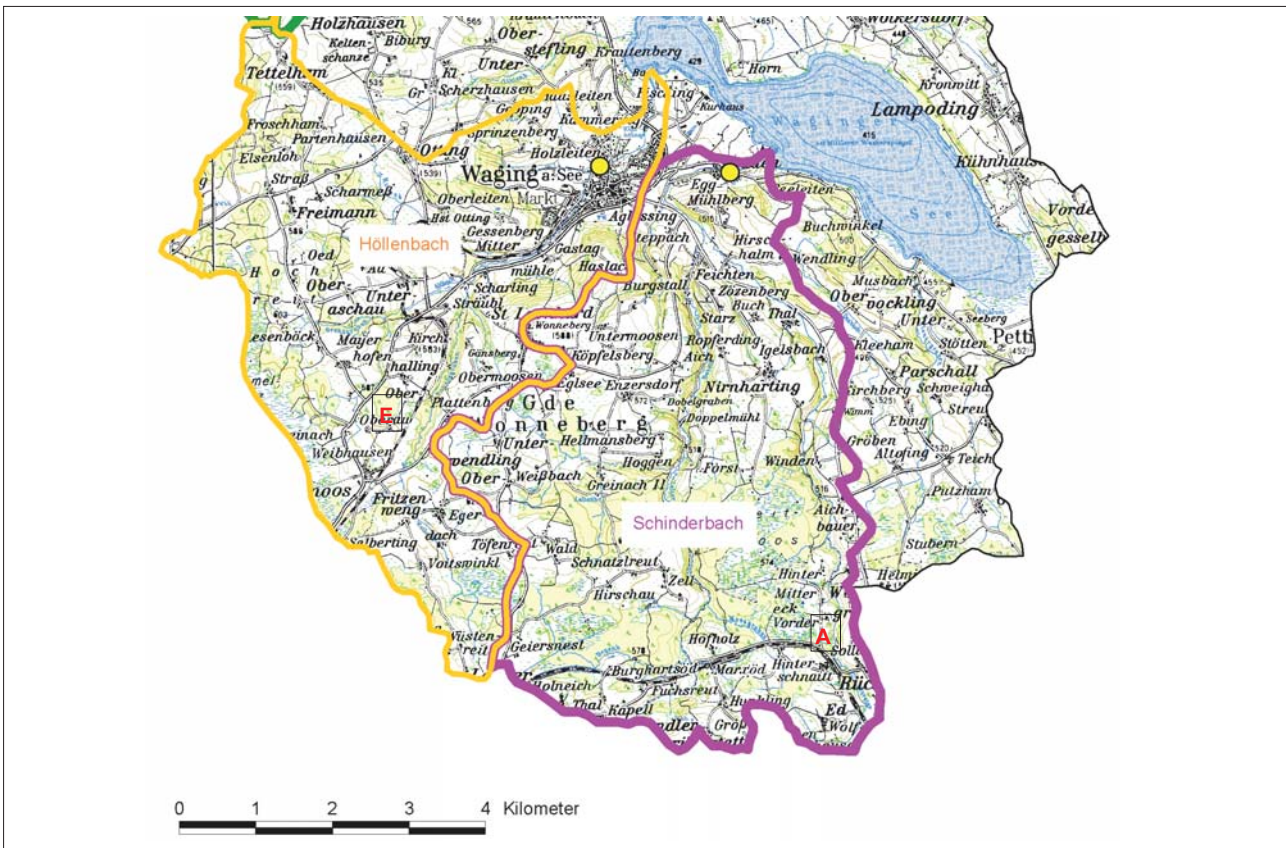


Abbildung 1: Lage der Versuchsflächen A und E (markiert durch die Kreise) im Einzugsgebiet des Schinder- und des Höllenbachs, die beide in den Waginger See entwässern.

Drainagewasser bestimmt. Ziel der Untersuchung war es weitere Erkenntnisse über den Zusammenhang zwischen Phosphoraustrag, Phosphorversorgung des Bodens, Güllezeitpunkt und Niederschlagsereignissen zu gewinnen.

Untersuchungsgebiet, Material und Methode

Die Versuchsfläche A im Einzugsgebiet des Schinderbachs (siehe *Abbildung 1*) befindet sich auf einem pseudovergleyten Braunerdestandort mit schwach wechselfeuchtem Bodenwasserhaushalt. Die mittels der CAL-Methode ermittelte Phosphorversorgung im Oberboden beträgt 5 mg P₂O₅/100g Boden.

Bei der Versuchsfläche E handelt es sich um einen feuchten Gleye-Standort im Einzugsgebiet des Höllenbachs (siehe *Abbildung 1*). Die Phosphorversorgung im Oberboden ist mit 31 mg P₂O₅/100g deutlich höher als auf der Fläche des Versuchsstandortes A.

Der mittlere Jahresniederschlag am Waginger See beträgt 1200 mm.

An den Versuchsflächen erfolgte eine volumenproportionale Probenahme mittels eines automatischen Probenehmers (ISCO 6700) mit eingebautem Lufteinperlmodul und Messwehreinsatz an den Drainagenden zur Abflussbestimmung. 16 Teilproben mit einem Volumen von 30 mL wurden zu einer Mischprobe zusammengefasst. Die Probenehmer wurden mindestens einmal wöchentlich entleert. Im Labor des Wasserwirtschaftsamtes Traunstein wurden die Wasser-

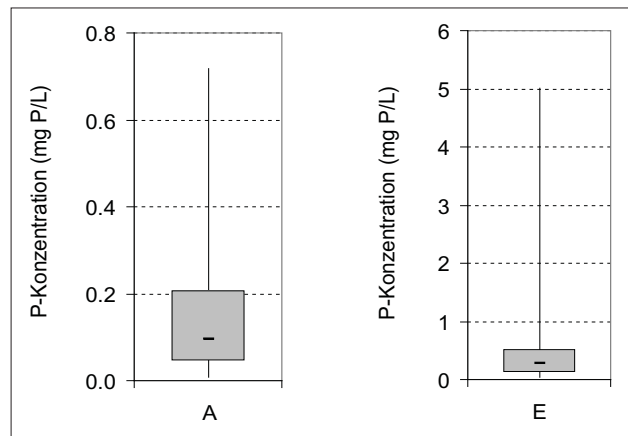


Abbildung 2: Statistische Verteilung der Phosphorkonzentrationen im Drainagewasser der Versuchsflächen A (n=187) und E (n=150) dargestellt in Box-Whisker-Plots.

proben homogenisiert und anschließend 100 mL der Probe bis zur Bestimmung der Phosphorgesamtkonzentration tief gefroren. Die Analytik erfolgte am Bundesamt für Wasserwirtschaft (BAW) in Petzenkirchen.

Bei jeder Güllegabe wurde eine Stichprobe der Gülle zur Nährstoffbestimmung entnommen und bis zur Analytik an der Höheren Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein (HBLFA) tief gefroren. Im Untersuchungszeitraum erfolgte keine mineralische Düngegabe.

Um kleinräumige Wetterereignisse zu erfassen, wurden im Februar 2010 an beiden Versuchsstandorten Regenwippen installiert. Die bis dahin verwendeten Niederschlagsdaten stammen von der DWD-Wetterstation Waginger See am Standort Schnöbling, die sich in einer Entfernung von 8 bzw. 8,5 km zu den Versuchsflächen befindet.

Ergebnisse und Diskussion

In *Abbildung 2* sind die Verteilungen der Phosphor-Konzentrationen im Drainagewasser für die jeweiligen Versuchsflächen in Box-Whisker-Plots dargestellt. Bei den Grafiken muss berücksichtigt werden, dass sich die Skalierung der Y-Achse zwischen den Versuchsflächen A und E um beinahe eine Zehnerpotenz unterscheidet.

Die Medianwerte werden in der Darstellung durch den horizontalen Strich (-) in der grauen Box gekennzeichnet. Der Median der Phosphorkonzentration auf der Fläche A betrug 0,1 mg P/L, auf der Fläche E 0,3 mg P/L. Der Interquartilabstand, der Bereich zwischen 25%- und 75%-Quantil, der die Hälfte aller beobachteten Werte enthält und in der Abbildung der grauen Box entspricht, umfasst auf der Versuchsfläche A Phosphorkonzentrationen zwischen 0,05 bis 0,21 mg P/L und auf der Versuchsfläche E 0,13 bis 0,52 mg P/L. Auf der Versuchsfläche E wurden Maximalwerte bis zu 5,0 mg P/L detektiert. Auf der Fläche A betrug die Maximalkonzentration dagegen nur 0,7 mg P/L.

Besonders die sehr hohe Phosphorversorgung des Bodens aber auch eine höhere Menge an ausgebrachter Gülle mit höherem Phosphorgehalt verursachen sehr wahrscheinlich

die höheren Phosphorkonzentrationen im Drainagewasser der Versuchsfläche E.

In den *Abbildungen 3* und *4* sind die zeitlichen Verläufe der Phosphorkonzentration und des Abflusses der Drainagen beider Versuchsflächen dargestellt. Die Drainage auf der Versuchsfläche A fiel immer wieder trocken, wohingegen die Drainage der Versuchsfläche E nur während der Trockenwetterperioden von Ende April bis Anfang Mai 2011 trocken fiel.

Mit steigendem Abfluss nahmen unabhängig vom Güllezeitpunkt auf beiden Flächen auch die Phosphorkonzentrationen im Drainagewasser zu. Besonders hohe Konzentrationsanstiege waren während sogenannter „worst case“-Szenarien zu beobachten, bei denen kurz nach der Güllegabe hohe Niederschläge zur Phosphorauswaschung führen.

Auf der Versuchsfläche A wurden pro Niederschlagsereignis zwischen 4 und 103 g/ha Phosphor ausgetragen, auf der Fläche E zwischen 109 und 1231 g/ha. Die Maximalwerte traten an beiden Flächen zwischen dem 17.3. und 22.3.11 auf. Hohe Niederschläge und die nur wenige Tage zuvor ausgebrachte Gülle, dürften diese maximalen Konzentrationen verursacht haben.

Die Ergebnisse zeigen, dass aus der Versuchsfläche E mit der sehr hohen Phosphorversorgung sehr viel mehr Phosphor ausgetragen wird als aus der niedrig versorgten Fläche.

Danksagung

Ich möchte mich sehr herzlich bei Herrn Dr. Bohner von der Höheren Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-

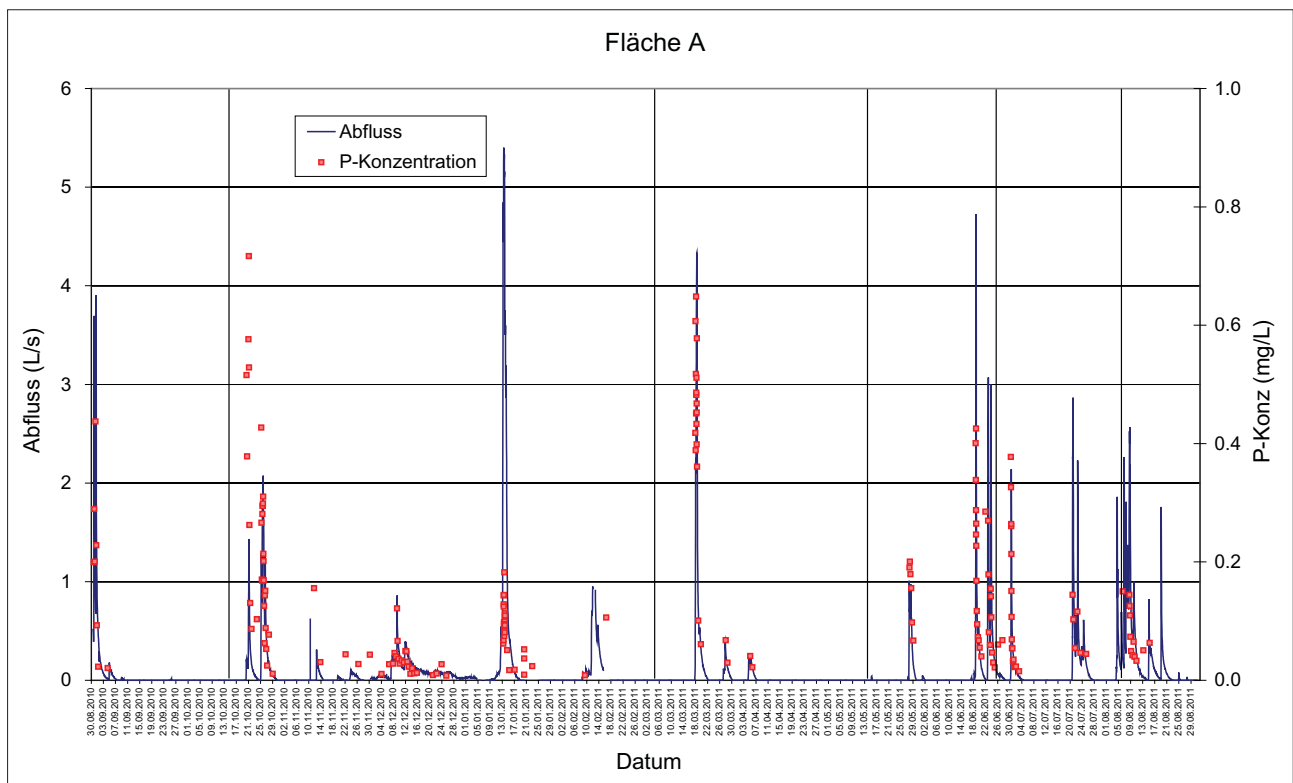


Abbildung 3: Verlauf der Phosphorkonzentration und des Abflusses im Drainagenablauf der Fläche A. Die vertikalen schwarzen Linien im Diagramm markieren die Güllezeitpunkte.

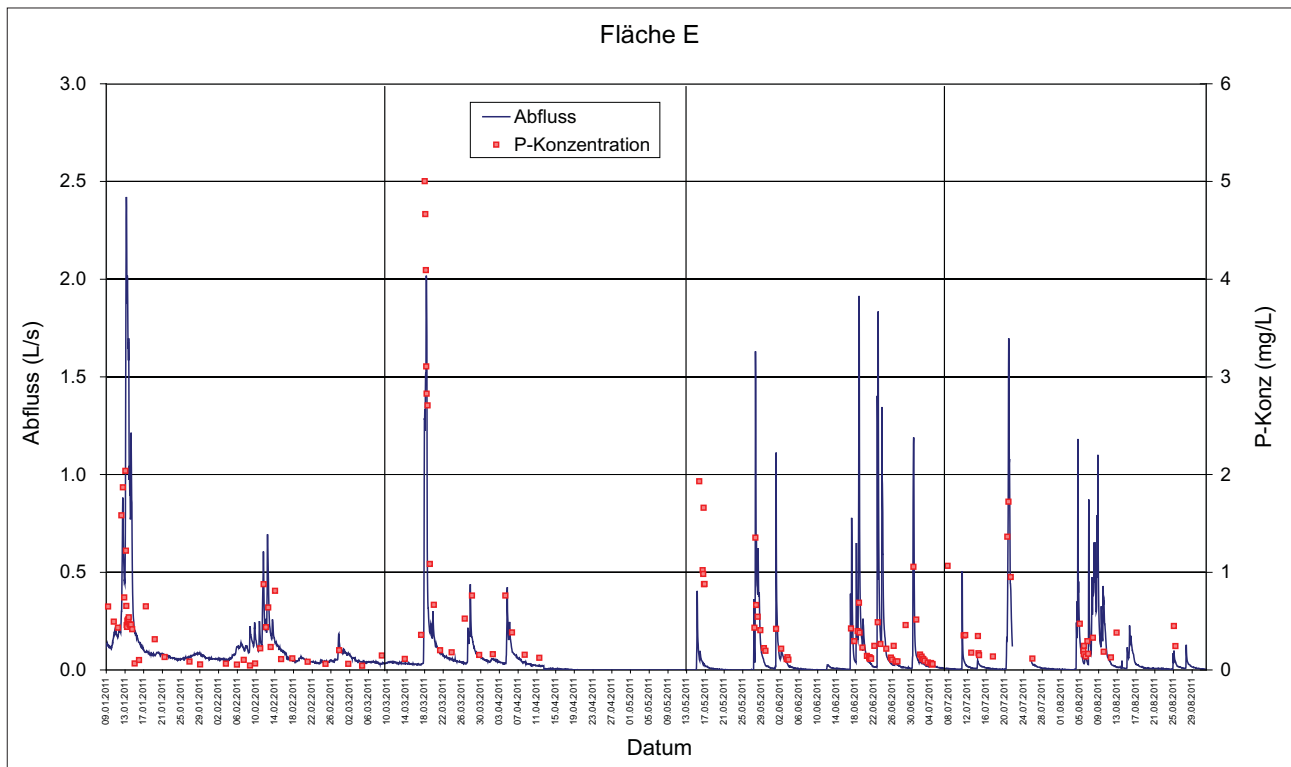


Abbildung 4: Verlauf der Phosphorkonzentration und des Abflusses im Drainagenablauf der Fläche E. Die vertikalen schwarzen Linien im Diagramm markieren die Güllezeitpunkte.

Gumpenstein (HBLFA) für die Unterstützung bei der Bodenansprache und Bodenprobenahme und für die Analytik der Boden- und Gülleproben bedanken. Herrn Dr. Strauss vom Bundesamt für Wasserwirtschaft danke ich für die Analytik der Wasserproben sowie die Denkanstöße und Diskussionen. Und zuletzt danke ich Frau Buchmeier vielmals für Ihre Unterstützung und Ratschläge.

Literatur

- BUCHMEIER, G., 2003: Nährstoffeinträge und ihre Auswirkungen auf den Waginger-Tachinger See: Untersuchungsjahre 2001/2002. Wasserwirtschaftsamt Traunstein, 18 S.
- BUCHMEIER, G., 2007a: Der Waginger-Tachinger See (Bayern, Deutschland): Einzugsgebiet, trophische Entwicklung und Phosphordynamik. Schriftenreihe BAW, 26, 66-79.
- BUCHMEIER, G. 2007b: Phosphoreintrag in den Waginger-Tachinger See (Bayern): Phosphorkonzentration und Phosphorfracht in Bächen. Schriftenreihe BAW, 26, 91-108.
- DIEPOLDER, M., M. WENDLAND und S. RASCHBACHER, 2007: Ergebnisse von Erhebungen zur Phosphorbilanz landwirtschaftlicher Betrieben in den Einzugsgebieten des Waginger-Tachinger Sees und des Mondsee-Irrsees. Schriftenreihe BAW, Band 26, 109-131.
- GÄCHTER, R. und B. MÜLLER, 1999: Die bodenbürtige P-Belastung des Sempacher Sees. GWA Gas Wasser Abwasser 6, 460-466.
- LÖSCHENBRAND, F., S. ZIMMERMANN und A. MELZER, 2007: Modellierung der Phosphorgesamtausträge im Einzugsgebiet des Waginger-Tachinger Sees. Schriftenreihe BAW, Band 26, 80-93.
- PRASUHN, V. und R. MOHNI, 2003: GIS-gestützte Abschätzung der Phosphor- und Stickstoffeinträge aus diffusen Quellen in die Gewässer des Kantons Bern. Interner Bericht FAL – Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Zürich-Reckenholz.
- PRASUHN, V., 2010: Phosphorabschwemmung von Graslandflächen in der Schweiz – Eintragspfade und Maßnahmen zur Verminderung, 2. Umweltökologischen Symposium des Lehr- und Forschungszentrums für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, 73-78.
- STAMM, C., H. FLÜHLER, R. GÄCHTER, J. LEUENBERGER und H. WUNDERLI, 1998: Preferential transport of phosphorus in drained grassland soils. J. Environm. Quality 27(3), 515-522.