

Phosphataustrag

aus landwirtschaftlich genutzten
Flächen in Oberösterreich

Kurzbericht



lebensministerium.at

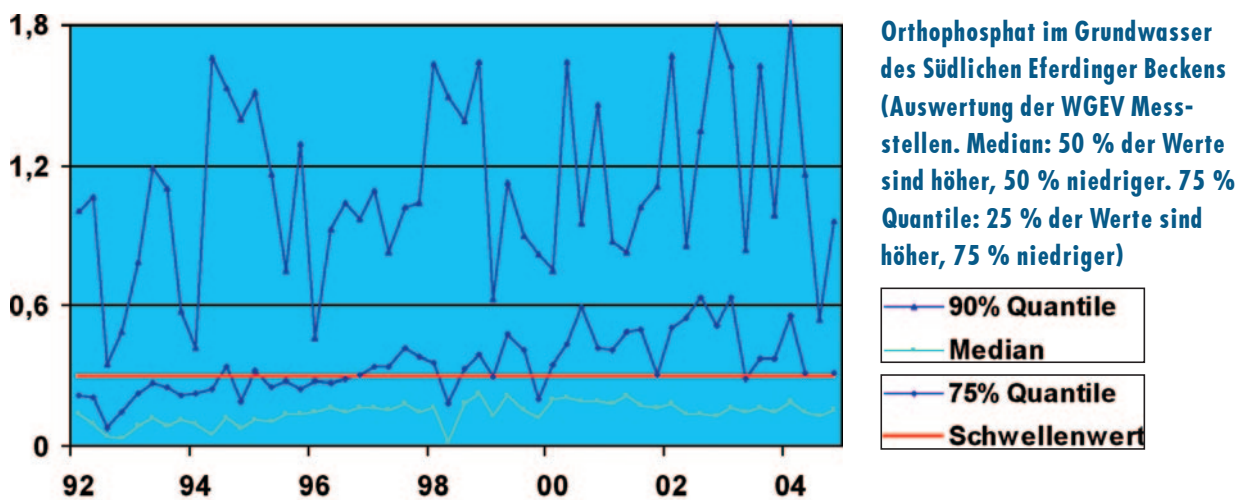


INHALTSVERZEICHNIS



ZIEL DER UNTERSUCHUNG

In einigen Grundwassergebieten Oberösterreichs waren in den vergangenen Jahren steigende Phosphatgehalte feststellbar. Deutlich steigende Tendenzen waren vor allem im Südlichen Eferdinger Becken und in der Welser Heide zu verzeichnen. Im Südlichen Eferdinger Becken wurde außerdem seit 1994 wiederholt, seit 2000 durchgehend der Grundwasserschwellwert von 0,3 mg/l (Orthosphosphat) an zumindest einem Viertel der Messstellen überschritten (Verlauf d. 75 % Quantile i. d. Abb.).



Da der Großteil der Phosphorströme in Österreich der landwirtschaftlichen Düngung zuzuordnen ist, liegt die Vermutung nahe, dass in landwirtschaftlich intensiv genutzten Grundwassergebieten ein Großteil des Eintrags in das Grundwasser flächenhaft diffus über die landwirtschaftliche Fläche erfolgt, ähnlich wie bei Nitrat.

Phosphat wird jedoch, im Gegensatz zu Nitrat, im Boden relativ stark gebunden, z.B. an der Oberfläche der Tonfraktion oder in Huminstoffen. Weiters nimmt die Löslichkeit anorganischer P-Formen mit steigendem pH Wert ab. Für die Tiefenverlagerung spielen daher nicht nur die Wasserbewegung sondern auch die Bindungsmechanismen im Boden eine große Rolle

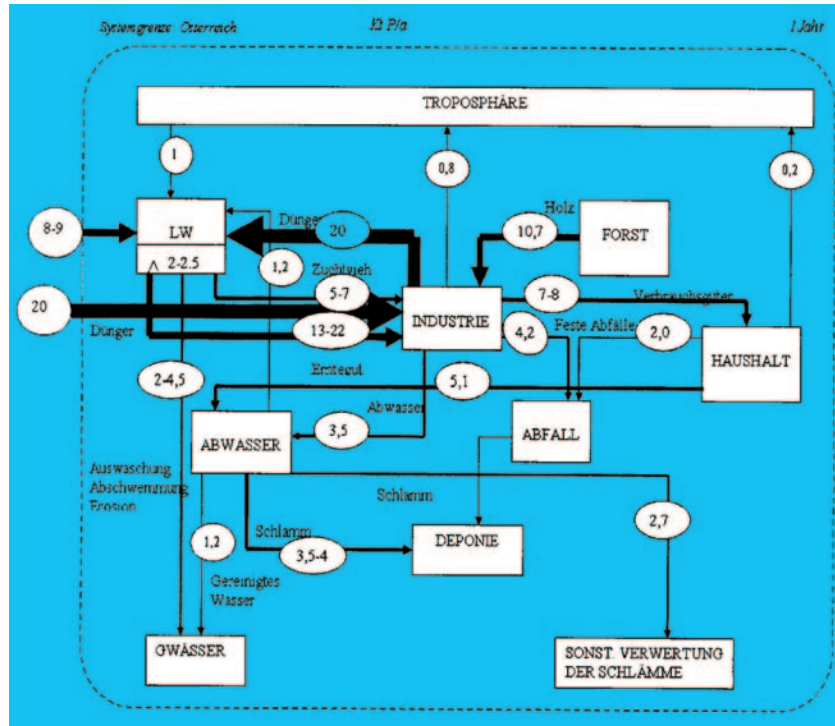
Forschungsprojekt Phosphataustrag

Das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Sektion VII Wasser und das Amt der Oberösterreichische Landesregierung, Abteilung Wasserwirtschaft, Grund- und Trink-GmbH gemeinsam mit dem Institut für Kulturtechnik und

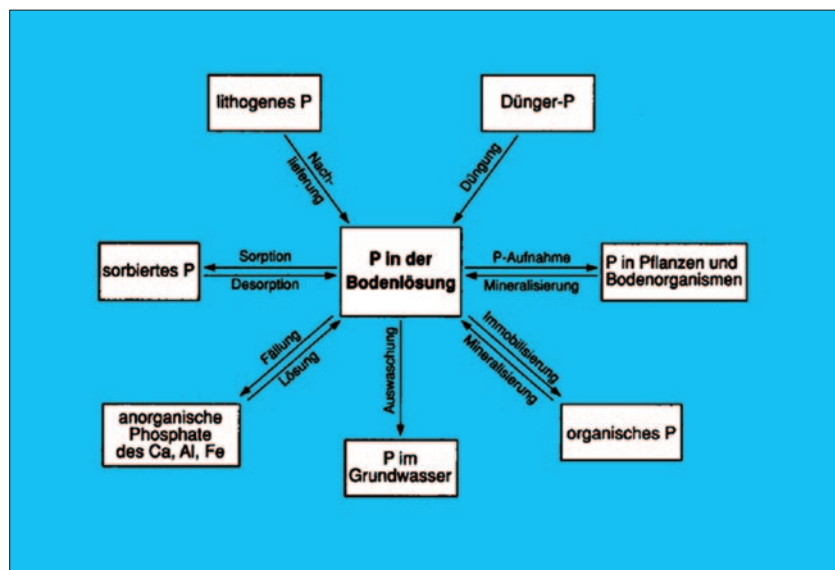
Wasserwirtschaft (IKT) des Bundesamtes für Wasserwirtschaft im Forschungsprojekt **Phosphataustrag aus landwirtschaftlich genutzten Flächen in Oberösterreich** zu untersuchen

- welche Faktorenkombination im Hinblick auf eine Phosphatbefruchtung des Grundwassers als kritisch zu betrachten ist.
- wo mit einer erhöhten Phosphatbefruchtung des Grundwassers zu rechnen ist, da kritische Faktoren gemeinsam auftreten und
- welche Maßnahmen am effizientesten zu einer Entlastung führen könnten.

Phosphatdünger haben den größten Anteil an Phosphorströme in Österreich (aus Brunner, 2002)



Umwandlung des Phosphat im Boden (aus Blume et al, 2002).



DATENGRUNDLAGE UND UNTERSUCHUNGSMETHODEN

Ein Teil der Studie wurden mit vorhandenen Daten in den beiden Grundwassergebieten Welser Heide und Südliches Eferdinger Becken durchgeführt. Durch die räumliche Verschneidung von Agrarstruktur- und Bodendaten wurde versucht, Zusammenhänge mit den Phosphatgehalten im Grundwasser herzustellen.

**Europäische
Untersuchungen mit
vorhandenen Daten**

Die Informationen zur Bewirtschaftung wurden den INVEKOS Daten des Jahres 2003 entnommen, die vom BMLFUW zur Verfügung gestellt wurden. Verwendet wurden Angaben zum Viehbestand, zur Nutzungsart und zu den angebauten Kulturen. Zur Überprüfung, ob die Angaben auch für die Jahre davor aussagekräftig sind, wurde die Agrarstrukturerhebung 1999 herangezogen.

Die Bodendaten wurden den Profilbeschreibungen der Bodenkarte 1:25.000 entnommen.

Daten zur Grundwasserqualität stammen aus der Wassergütererhebungsverordnung. Außer dem Orthophosphatgehalt wurde auch der Grundwasserflurabstand ausgewertet.

Die Detailstudie wurde in zwei Untersuchungsgebieten durchgeführt: in der Welser Heide und auf der Traun-Enns-Platte. Auf der Basis von Datenerhebungen und Messungen wurde eine Kausalkette Bewirtschaftung – Phosphatgehalt im Boden – Phosphatauswaschung aufgestellt.

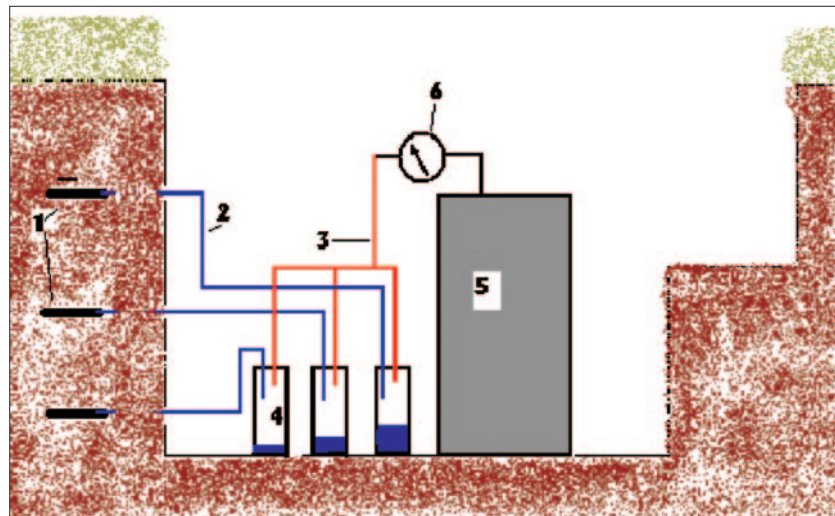
**Detailstudie
mit Messungen
und Erhebungen**

Für diesen Teil der Studie wurden auf 36 landwirtschaftlichen Betrieben im Gebiet von Pucking/Weisskirchen und der Oberen Pettenbachrinne Erhebungen für die Berechnung von Phosphorbilanzen durchgeführt. Die Bilanzierung erfolgte nach den Vorgaben der ÖPUL 2000 Maßnahme 2.31 (Maßnahmen für den vorbeugenden Gewässerschutz).

Auf 80 Schlägen dieser Betriebe wurden Bodenproben (Flächenmischproben aus 0 - 20 cm Tiefe) genommen und nach ÖNORM L 1087 auf CAL lösliches (pflanzenverfügbares) Phosphat analysiert. Die Phosphatgehalte wurden entsprechend den Richtlinien für die sachgerechte Düngung, 5. Auflage (BMLFUW, 2000) in 5 Versorgungsstufen (A - sehr niedrig bis E - sehr hoch) eingeteilt.



Schema einer Sauganlage mit drei Saugkerzen (1), Wasserleitung (2), Vakuumleitungen (3), Auffangbehälter (4), einem Vakuum Vorratsbehälter (5), Manometer zur Kontrolle des Saugdruckes (6)



Chemische Analyse

Die über die Saugkerzen erhaltenen Bodenlösungen wurden mittels Peroxidsulfat aufgeschlossen und im Aufschluss Gesamtphosphor photometrisch bestimmt. Die Bodenproben wurden auf die Parameter Korngrößenverteilung, Feststoffdichte, Rohdichte, Porenanteil, Druckpotential-Wasseranteilsbeziehung, Wassergehalt bei Probenahme organische Substanz (Nassoxidation), oxalatlösliches Aluminium, Eisen, Phosphor (Extraktion mit Ammoniumoxalat, Bestimmung im ICP), Dithionitlösliches Aluminium, Eisen (Extraktion mit Natriumdithionit, Bestimmung im ICP), pH-Wert in CaCl_2 , pH und Phosphor im CAL-Extrakt, Phosphor im Wasserextrakt, sowie Gesamtgehalte an Aluminium, Eisen, Phosphor (Aufschluss mit Königswasser, Bestimmung im ICP) untersucht.

Weiters standen an drei dieser Standorte Lysimeteranlagen (Sickerwassersammler) zur Verfügung, mit denen das Sickerwasser in 1,5 m Tiefe wöchentlich gewonnen und unter anderem auf Phosphat analysiert wird.

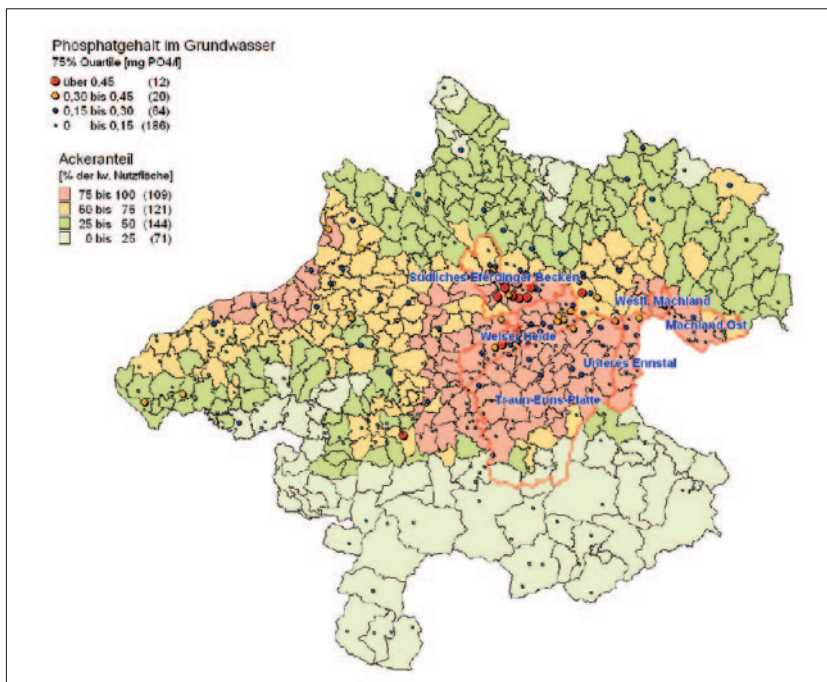
ERGEBNISSE

Auswirkung der Bewirtschaftung

Hohe Phosphatgehalte im Grundwasser treten fast ausschließlich in jenen Gemeinden auf, wo der Ackeranteil hoch ist. Dieser Befund bestätigt die Vermutung, dass bei den Phosphateinträgen ins Grundwasser die Bodenbewirtschaftung einen wesentlichen Einfluss hat. Tatsächlich waren die Phosphatbilanzen der 36 untersuchten Betriebe überwiegend positiv. Auf der Ebene dieser Betriebe konnte eine gewisse Auswirkung des Viehbesatzes festgestellt werden – höhere P-Überschüsse bei hohem

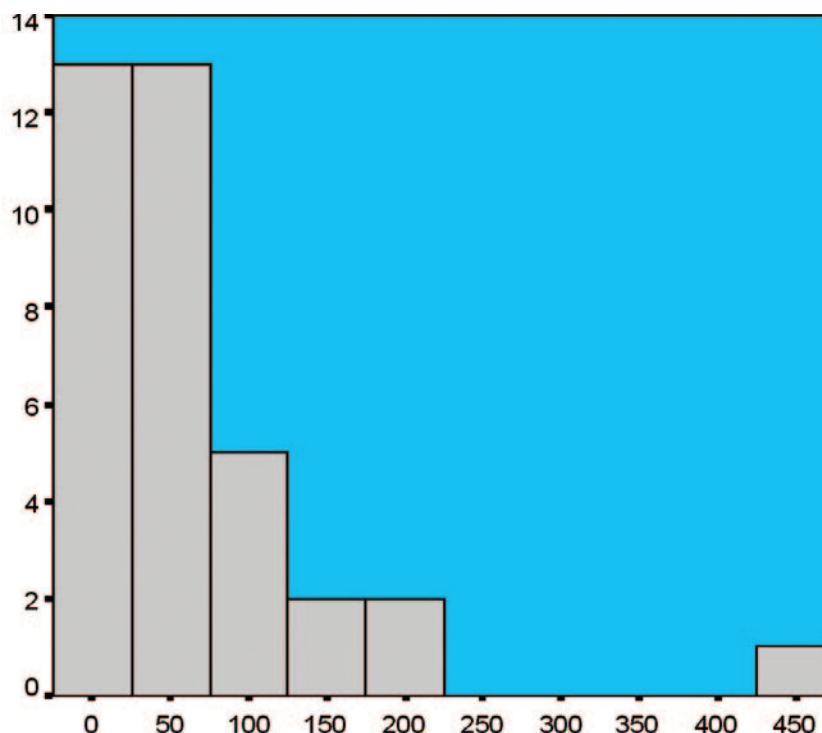
Viehbesatz. Ein Teil der viehstärkeren Betriebe setzte jedoch dafür weniger mineralischen P-Dünger ein, so dass der Zusammenhang Viehbesatz – P-Bilanz nur schwach ausgeprägt ist. Aus den Grundwasserdaten für gesamt Oberösterreich lässt sich jedenfalls keine generelle Auswirkung der Viehdichte in einer Gemeinde auf die P-Belastung des Grundwassers feststellen. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass höhere Rinderbestände vor allem in Gemeinden mit hohem Grünlandanteil vorkommen, höhere P-Gehalte im Grundwasser aber überwiegend in Gemeinden mit hohem Ackeranteil. Betriebe mit hohen Phosphat-Überschüssen haben hohe Phosphatgehalte in ihren Böden. Zur Bewertung der Phosphat-Überschüsse hat sich in diesem Zusammenhang die Betriebsbilanzierung als besser geeignet herausgestellt als eine Bilanzierung der Einzelschläge. Betriebsbilanzen spiegeln eher langjährige Bewirtschaftungseinflüsse wider und der Phosphat-Gehalt des Bodens reagiert nur langsam auf die Bewirtschaftung. Umgekehrt lässt sich aus dem Phosphatgehalt des Bodens ein Rückschluss auf die Phosphatbewirtschaftung der Fläche in den vergangenen Jahren ziehen. Hohe oder sehr hohe Gehalte (Versorgungsstufen D oder E) hängen klar mit hohen P-Bilanzen zusammen.

Versorgungsstufe	mg P/kg Feinboden
A sehr niedrig	unter 26
B niedrig	26 - 46
C ausreichend	47 - 111
D hoch	112 - 174
E sehr hoch	über 174



Hohe Phosphatgehalte im Grundwasser treten vor allem in Gebieten mit hohem Ackeranteil auf.

**Versorgungsstufen lt. Richtlinien
für die sachgerechte Düngung**

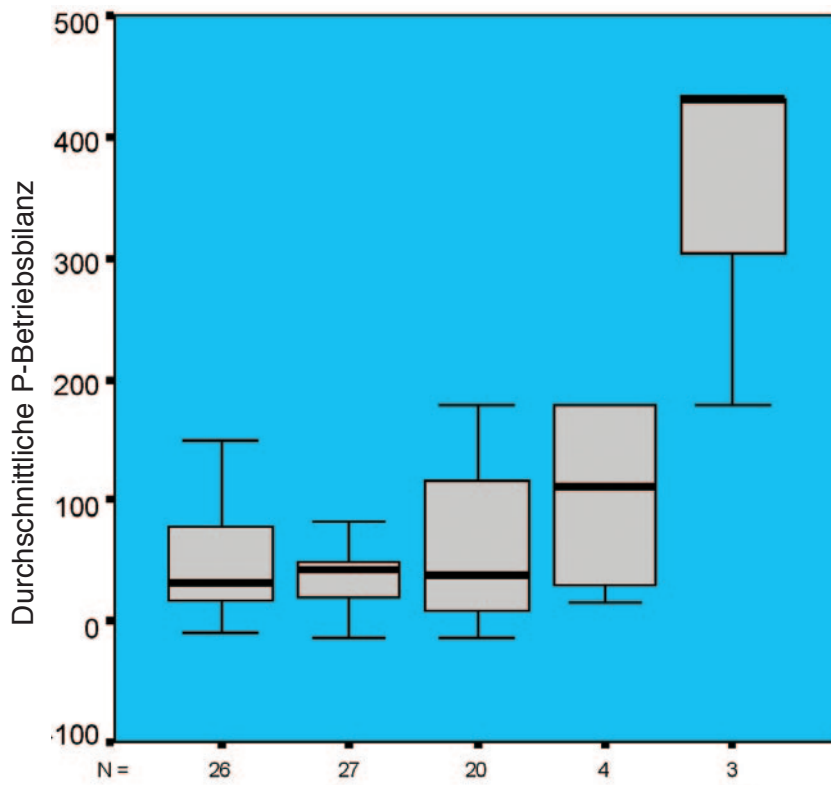


Auswirkung der Bodeneigenschaften auf die Phosphatversickerung

Die Phosphatkonzentration im Sickerwasser hängt zunächst einmal vom Phosphatgehalt im Boden selbst ab. Da das Phosphat im Boden in verschiedenen Formen vorliegt, die in ganz unterschiedlicher Weise mit der Bodenlösung in Verbindung stehen (siehe dazu auch die hängt es stark vom Extraktionsverfahren ab, welche Phosphatmengen im Boden analysiert werden können. Es wurden daher die verschiedenen Extraktions- und Analyseverfahren für Bodenphosphate dahingehend getestet, wie eng die erhaltenen Werte mit der Phosphatkonzentration im Sickerwasser zusammenhängen.

Bestimmungsmethode für Phosphat im Boden	Korrelation mit dem Phosphatgehalt im Bodenwasser
Phosphor im CAL-Extrakt (PCAL)	0,88
Phosphor im H2O-Extrakt (PH2O)	0,88
Phosphor oxalatlöslich (Pox)	0,69
Phosphor gesamt (Ptot)	0,69
Phosphor Sättigungsindex (nach van der Zee and van Riemsdijk, 1988)	0,69
Phosphor Sorptionsindex (nach Bache und Williams, 1977)	-0,37



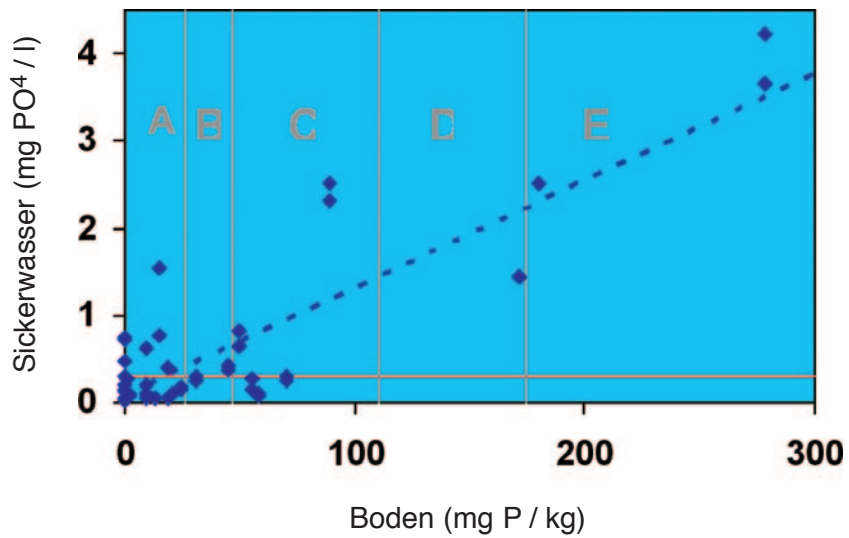


Betriebsbilanzen
(kg P₂₀₅ ha⁻¹ Jahr⁻¹)
bei unterschiedlichen Phosphat-
Versorgungsstufen der Böden
(A sehr niedrig bis E sehr hoch)

Am engsten korrelierte die Bestimmung des Bodenphosphats mit dem Phosphat im Sickerwasser nach Extraktion nach der CAL Methode (Calcium Acetat Lactat Extraktion) und mit Wasser. Dies hat den großen Vorteil, dass die CAL Methode in Österreich standardmäßig zur Bestimmung der Phosphatgehalte im Boden im Rahmen der Düngeberatung eingesetzt wird und zum Beispiel auch die Basis für die Festlegung der Versorgungsstufen A bis E darstellt.

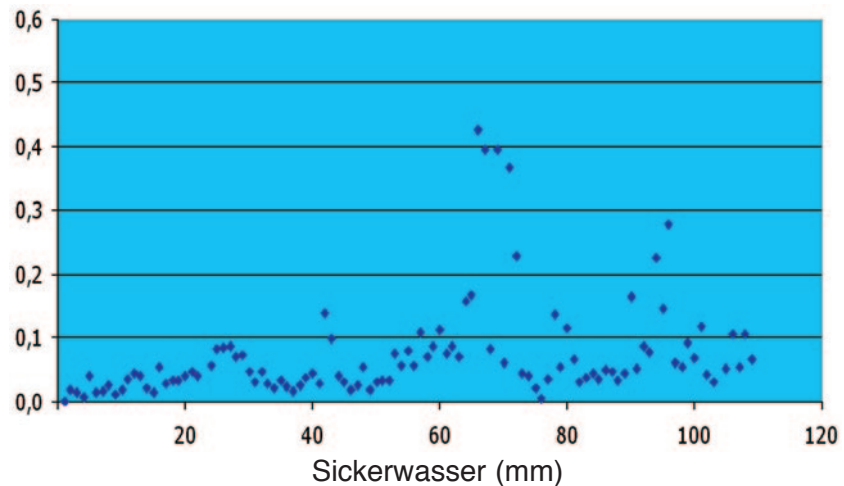
Aus der Beziehung zwischen CAL extrahierbarem Phosphat im Boden und der Phosphatkonzentration im Sickerwasser lässt sich ableiten, bei welcher Versorgungsstufe im Boden Konzentrationen im Sickerwasser auftreten, die über dem Grundwasserschwellenwert von 0,3 mg PO₄ / l liegen (in der Grafik rot). Die punktierte Regressionsgerade in der Abbildung zeigt, dass dies bereits ab Versorgungsstufe B (niedrig) der Fall ist.

Zwischen CAL extrahierbarem Phosphat im Boden und der Phosphatkonzentration im Sickerwasser besteht ein Zusammenhang (punktierte Regressionsgerade). Im Durchschnitt wird bereits bei der Phosphatversorgungsstufe B der Grundwasserswellenwert (rot) im Sickerwasser überschritten.

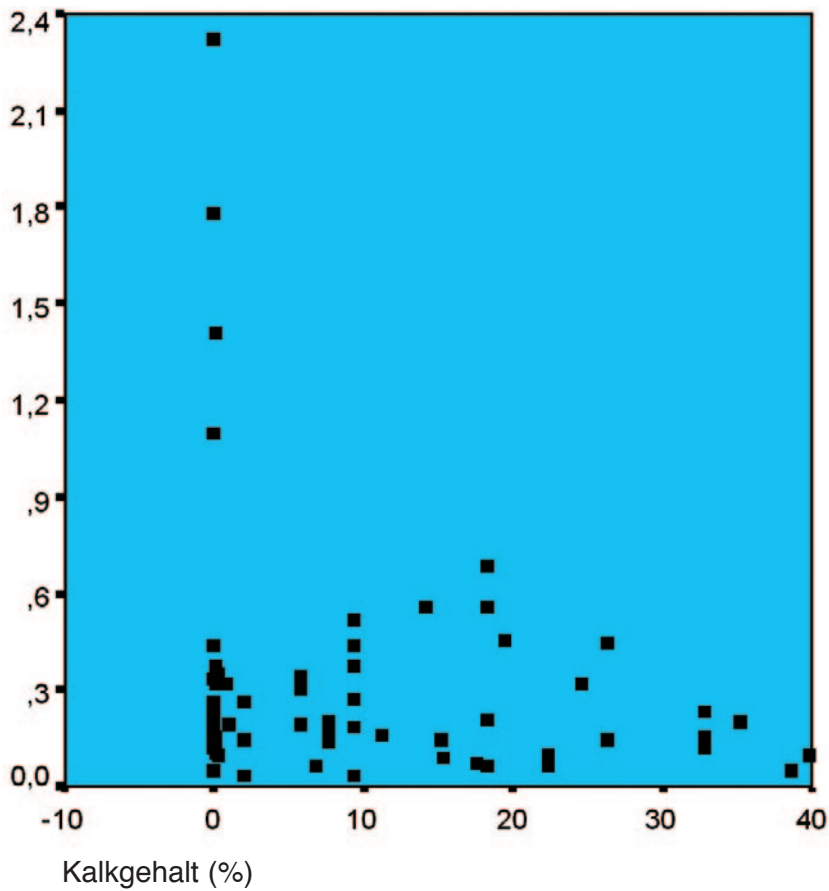


Ob das Phosphat im Sickerwasser dann in größere Tiefen und eventuell bis ins Grundwasser verlagert wird, hängt von den Verhältnissen im Unterboden aber auch von der Sickerwassermenge und der Versickerungsgeschwindigkeit ab. Bei einer langsamen Bodenpassage wird das im Sickerwasser gelöste Phosphat wieder vom Boden gebunden, bei einer raschen Versickerung, etwa bei hohen Sickerwassermengen nach starken Regenfällen oder einem schottrigen Untergrund, gelangt es in größere Tiefen. Die Abbildung verdeutlicht diesen Zusammenhang anhand von Messungen mit einer der Lysimeteranlagen. Höhere Phosphatkonzentrationen treten an diesem Standort ab wöchentlichen Sickerwassermengen von 60 mm auf.

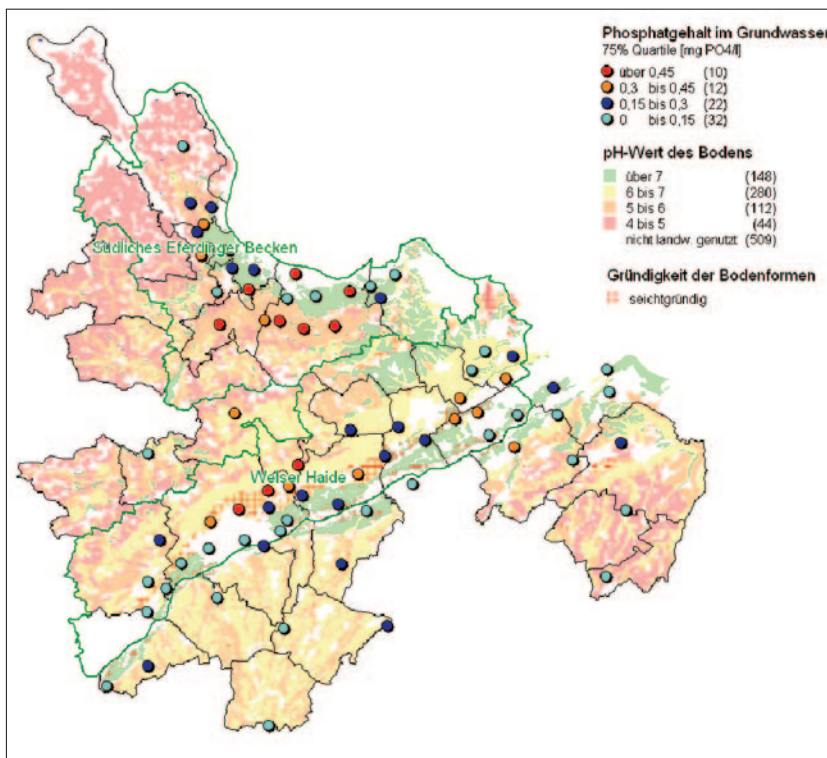
Höhere Phosphatkonzentrationen im Sickerwasser treten in größeren Tiefen erst bei höheren Sickerwassermengen auf, also wenn die Versickerung rasch erfolgt. (Sickerwassergewinnung in 1,5 m Tiefe).



Neben dem Einfluss der Versickerungsgeschwindigkeit spielt auch der pH Wert des Bodens eine wichtige Rolle: in sauren Böden wird das Phosphat schwächer gebunden und kann daher leichter ausgewaschen werden. Unter kalkhaltigen Böden ist die Phosphatbelastung im Grundwasser daher geringer.



Mit steigendem Kalkgehalt der Böden nimmt die Wahrscheinlichkeit hoher Phosphatgehalte im Grundwasser ab.



Höhere Phosphatgehalte im Grundwasser sind vor allem im Bereich der seichtgründigen Böden in der Weißer Haide und im Bereich saurer Böden (Eferdinger Becken) zu finden.

EMPFEHLUNG FÜR EINE VERMINDERUNG DER PHOSPHATAUSWASCHUNG

Düngung unter Berücksichtigung von Bodenanalysenergebnissen



Bei einer hohen Phosphatversorgung des Bodens (Versorgungsstufen D und E) ist eine weitere Phosphat-Zufuhr durch Düngung nicht mehr wirtschaftlich und erhöht das Risiko einer Grundwasserbelastung. Geringe Kosten einer Bodenuntersuchung stehen hohen Einsparungsmöglichkeiten beim Düngeraufwand gegenüber: Eine Bodenuntersuchung auf Phosphat und Kalium kostet ca. 20 EUR und sollte alle 5 Jahre wiederholt werden. Umgelegt auf ein Jahr sind das anteilige Analysenkosten für Phosphat von ca. 2 EUR. Der Phosphatdünger für ein 2 ha großes Feld kostet demgegenüber ca. 100 EUR pro Jahr.

Der Arbeitsaufwand für den Landwirt besteht darin, mit einem Bodenstecher 25 Mal pro ha bis zu einer Tiefe von 20 cm (Grünland: 10 cm) einzustechen. Da das Untersuchungsergebnis mehrere Jahre Gültigkeit hat ist der Zeitpunkt der Probenahme egal. Sie kann in einer arbeitsärmeren Periode des Jahres durchgeführt werden.

Die Bodenproben sollten zwar möglichst rasch an ein Labor gesendet werden, besondere Anforderungen an den Versand gibt es für diese Analyse jedoch nicht. Ein halbes kg Boden reicht für die Analyse vollkommen.

Anpassung der Versorgungsstufen

Ein Absenken der Grenze zwischen Versorgungsstufe C und D sollte bei einer Neuauflage der „Richtlinien für die sachgerechte Düngung“ überlegt werden. Das würde zur Folge haben, dass schon bei niedrigeren P-Gehalten im Boden keine oder nur mehr eine reduzierte mineralische P-Düngung erfolgt. Dies wäre, wie die Autoren Hösch und Dersch (1993) berichten, auch aus wirtschaftlichen Gründen bei den meisten Kulturen sinnvoll.

Phosphat-Bilanz

Mit einer Berechnung von P-Betriebsbilanzen haben Landwirte eine Möglichkeit, Überbilanzen zu erkennen und steuernd einzugreifen, indem zum Beispiel der P-Mineraldüngereinsatz reduziert wird, ev. Wirtschaftsdünger abgegeben wird oder Möglichkeiten zur Reduktion des P-Gehalts im Wirtschaftsdünger ergriffen werden. Jene Landwirte, die bereits jetzt Nährstoffbilanzierungen durchführen, sollten neben den Stickstoffbilanzen in Zukunft auch den Phosphatbilanzen verstärkte Aufmerksamkeit widmen. Phosphatbilanzen (als Teil von Nährstoffbilanzen) sollten auch in zukünftigen Agrarumweltprogrammen als Maßnahme unterstützt werden.

Tierhaltung

Tierhaltende Betriebe haben die Schwierigkeit mit dem Wirtschaftsdünger, mehrere Nährstoffe gleichzeitig verwerten zu müssen. Darüber hinaus besteht natürlich ein Interesse, den Wirtschaftsdünger nach Möglichkeit am eigenen Betrieb einzusetzen. Da sich die Steuerung des Wirtschaftsdüngereinsatzes bei ausreichender Lagerkapazität vor allem am Stickstoffgehalt orientiert, ist nicht automatisch gewährleistet, dass auch das Phosphat optimal eingesetzt wird. Unproblematisch ist die Phosphatverwertung für Rinder haltende Betriebe. Bei Schweine haltenden Betrieben können bis zu einem Viehbesatz von 2 GVE/ha (Großvieheinheiten) die anfallenden Phosphatmengen noch einigermaßen verwertet werden. Problematisch ist die Phosphatverwertung für Legehennenhalter. Diese sollten ihren Wirtschaftsdüngereinsatz nicht nach dem enthaltenen Stickstoff, sondern anhand der benötigten Phosphatmenge steuern.

Falls der P-Anfall aus der Tierhaltung den Bedarf bei der Düngung übersteigt, gibt es folgende Lösungsmöglichkeiten

- Teilweise Abgabe von Wirtschaftsdünger an einen anderen Betrieb, wenn dieser dadurch Mineraldünger einsparen kann
- Verringerter P-Einsatz in der Fütterung durch eine verbesserte Steuerung (z.B. durch Bewertung des verdaulichen P)
- Erhöhung der P-Verdaulichkeit durch Einsatz von Phytase bei gleichzeitiger Verringerung des P-Einsatzes in der Fütterung



Berücksichtigung von Bodeneigenschaften



Neben dem Gehalt an CAL-löslichem Phosphat im Boden sind vor allem die Gründigkeit und der pH Wert für das Phosphataustragsrisiko von Bedeutung. Auf sauren tiefgründigen Böden kann mit Kalkungsmaßnahmen dem Phosphat-Austragsrisiko gegengesteuert werden, wobei diese Maßnahme auch aus einer Reihe von weiteren pflanzenbaulichen Gründen und aus Gründen des Bodenschutzes sinnvoll ist.

Auf seichtgründigen Böden sind Extensivierungsmaßnahmen (maßvolle oder eingeschränkte Düngung, eventuell auch Nutzung als Grünland oder Stilllegung) zur Verhinderung einer Phosphatauswaschung sinnvoll.

Verstärkung Beratung

Diese Vorgangsweise sollte gewählt werden für:

- Verstärkte und regelmäßige Durchführung von Bodenanalysen
- Bewertung der P-Bilanzen durch den Landwirt (falls an Maßnahmen zum vorbeugenden Gewässerschutz im ÖPUL teilgenommen wird)
- Verbesserungen in der Fütterung, die zu einer Einsparung beim Phosphat-Einsatz führen
- Kalkung saurer Böden

Förderung und Umweltprogramm

Eine Reihe von Maßnahmen stellen Einschränkungen für die Bewirtschaftungsmöglichkeiten dar oder erfordern einen erheblichen zusätzlichen Aufwand. In diesem Fall sollten Abgeltungen im Rahmen von Förderungen oder Umweltprogrammen überlegt werden.

Das betrifft:

- Extensivierung oder Stilllegung seichtgründiger oder generell stark austragsgefährdeter Böden
- Berechnung von P-Bilanzen (Betriebsbilanzen), so oder ähnlich wie in der derzeitigen ÖPUL Maßnahme zum vorbeugenden Gewässerschutz
- Förderung des Austauschs von Wirtschaftsdüngern zwischen landwirtschaftlichen Betrieben