

Der Einfluß des Filtrierens auf den Phosphatgehalt verschmutzter Bodenlösungen

VON L. C. N. DE LA LANDE CREMER *)

Eingegangen am 10. 12. 1973

Bei Untersuchungen über den Einfluß von Düngemitteln und Abfallprodukten auf die Zusammensetzung von Grundwasser werden manchmal keramische Filterelemente gebraucht, womit mittels Unterdruck Bodenwasserproben aufgesogen werden können. Derartige Elemente können in stationäre Unterdrucklysimeteranlagen (1, 2) oder in mobile Sonden (3, 4) eingebaut werden. Wenn es sich nur um gelöste Minerale handelt, wird man mit den erhaltenen Filtraten gut vergleichbare Werte bekommen in Beziehung zu den ursprünglichen Lösungen (5). Es zeigte sich aber, daß dies nicht der Fall ist, wenn das Wasser mit anorganischen und organischen Schwebestoffen verunreinigt ist. Das Filtrat zeigt dann erheblich niedrigere Werte z. B. für die Phosphatfraktionen als die nicht filtrierte Probe.

Hierunter werden einige Versuche beschrieben durchgeführt mit einer keramischen Filterkerze wie CZERATZKI (1, 2) sie gebraucht für seine Unterdrucklysimeter. Eine derartige Kerze ist 300 mm lang, hat einen Außendiameter von 40 mm, einen Innendiameter von 30 mm und ein Fassungsvermögen von 220 cm³. Die Porengröße beträgt 0,8 µm.

Meßresultate

Im ersten Versuch wurden Phosphatbestimmungen vorgenommen in acht Wasserproben verschiedener Herkunft. Die Proben 1 bis 5 sind erhalten bei einem Perkolationsversuch mit Schweine- und Mastkälbergüllen, wobei eine 1 m hohe Bodensäule aus Sand benutzt wurde. Die Perkolate wurden 10 bis 12 Monate nach Versuchsbeginn aufgefangen und entstammen den Versuchsgliedern: nur Wasser und Wasser mit 100 bzw. 200 m³ pro Hektar und Monat Mastschweine- bzw. Mastkälbergülle.

Probe 6 ist Sickerwasser, das durch eine dünne Tonschicht (45% < 16 µm) unter einem Erdbecken für Gülle über einen Drän abfloß. Die Nummer 7 ist eine ähnliche Sickerwasserprobe. Nur die Tonschicht (30% < 16 µm) war etwas mächtiger. Probe Nr. 8 wurde einem Graben entnommen, in den das Abwasser einer Wohnung samt dem erstgenannten Sickerwasser abfließt. Die Entnahmestelle war gleich nach dem Erdbecken und ungefähr 60 m von der Wohnung entfernt.

Die Bestimmungen wurden ausgeführt in den unbehandelten Proben und im Filtrat, nachdem sie durch die Filterkerze gesogen waren. Die Kerze wurde vor jedem Filtriervorgang erst mehrere Male mit destilliertem Wasser durchgespült.

Tabelle 1 gibt eine Übersicht der Phosphatgehalte der filtrierte und nicht filtrierte Proben. Unter Nr. 9 sind außerdem die Resultate erwähnt einer im Labor durch ein Filtrierpapier mit 3 µm Porengröße filtrierte Polderwasserprobe aus einer Untersuchung von KOLENBRANDER (unveröffentlichte Untersuchungen).

Das Filtrieren dieser Wasserproben mit stark auseinander laufendem Verschmutzungsgrad hat zur Folge, daß im Filtrat nur 37% vom P-Total, 44,2% vom P-Organisch und 41% vom Ortho-P im Vergleich zu den nicht filtrierte Proben zurückgefunden wurde. Die Schwankungen um diese Mittelwerte sind aber groß

*) Ir. L. C. N. DE LA LANDE CREMER, Institut für Bodenfruchtbarkeit, Oosterweg 92, Haren (Gr.), Niederlande

Tab. 1
Einfluß des Filtrierens auf die P-Gehalte (P-Total, P-Organisch, Ortho-P)
in mg P₂O₅/l von Wasserproben

Probe Nr.	nicht filtriert			filtriert			filtriert in % von nicht filtriert		
	P- Total	P- Organ.	Ortho- P	P- Total	P- Organ.	Ortho- P	P- Total	P- Organ.	Ortho- P
1.	0,51	0,36	0,15*	0,32	0,24	0,08*	62,7	66,7	53,3*
2.	1,85	1,44	0,41*	0,68	0,58	0,10*	36,7	40,3	24,4*
3.	4,09	2,16	1,93*	1,46	0,90	0,56*	35,7	41,7	29,0*
4.	3,03	2,44	0,59*	1,43	1,13	0,30*	47,2	46,3	50,8*
5.	3,35	1,98	1,37*	1,39	1,23	0,16*	41,5	62,1	11,7*
6.	94,00	40,00	49,00	43,00	10,00	32,00	45,7	25,0	65,3
7.	3,18	0,81	2,18	1,26	0,36	0,88	39,6	44,4	40,3
8.	2,04	0,54	1,37	0,62	0,21	0,40	30,4	38,9	29,2
9.	0,69	0,14	0,51	0,26	0,07	0,18	37,7	50,0	35,3
Mittel aller Proben exklusive Nr. 5**)							37,0	44,2	41,0

In den mit * gekennzeichneten Proben wurde der Gehalt an Ortho-P nicht direkt bestimmt, sondern errechnet aus der Differenz zwischen P-Total und P-Organisch. Diese Differenzwerte können etwas zu hoch ausgefallen sein (vgl. die Proben 7—9).

**) Bei Probe Nr. 5 stimmt der Gehalt an P-Organisch vermutlich nicht. Die Werte dieser Probe wurden daher beim Mitteln außer Betracht gelassen.

und werden — wie Abbildung 1 zeigt — nicht beeinflusst durch die Phosphorkonzentration der ursprünglichen Lösung. (NB. Für die Probe Nr. 6 sind die Werte durch 100 geteilt!).

Aus Tabelle 1 ist ersichtlich, daß der Rückgang von P-Total nicht allein die Folge ist der Retention eines Teiles der organischen Phosphorfraktion durch das Filter. Auch ein bedeutender Teil des anorganischen Phosphats passiert das Filter nicht. Die Resultate dieser Bestimmungen waren für uns Anlaß zu einem zweiten Versuch mit zwei Lösungen.

Die erste bestand aus einer N-P-Cl-Lösung in demineralisiertem Wasser. Die zweite aus 100 ml Schweinegülle vermischt mit 100 ml Wasser, gesiebt durch einen 50-mesh-Sieb und nachher auf 10 l verdünnt mit Wasser. Von der ersten Lösung wurden 32 Portionen gemacht, von der zweiten 16. Die 32, bzw. 16 Lösungen wurden nun hintereinander durch die Filterkerze gesogen. Durchspülen der Kerze mit destilliertem Wasser erfolgte nur am Anfang des Versuches und beim Umschalten von der Minerallösung auf die verdünnte Güllelösung.

Tab. 2
Einfluß des Filtrierens einer Minerallösung auf die Zusammensetzung des Filtrats

	P ₂ O ₅ mg/l	Cl mg/l	N mg/l
nicht filtriert	10,0	98	101
1. Filtrat	9,8	98	101
2. Filtrat	10,0	98	100
4. Filtrat	10,1	96	100
8. Filtrat	10,0	99	101
16. Filtrat	10,0	96	100
32. Filtrat	10,1	97	100

Tab. 3
Einfluß des Filtrierens einer mit organischem Material verschmutzte Lösung
auf die Zusammensetzung vom Filtrat

	P-Total mg P ₂ O ₅ /l	P-Organisch mg P ₂ O ₅ /l	Cl mg/l	N mg/l
nicht filtriert	39,5	4,3	70	9,2
1. Filtrat	15,3	0,2	69	8,4
2. Filtrat	16,1	0,3	68	8,3
3. Filtrat	16,1	0,2	69	8,6
4. Filtrat	16,0	0,1	80	8,7
6. Filtrat	16,2	0,2	67	8,7
8. Filtrat	16,9	0,4	70	8,8
16. Filtrat	22,7	0,0	71	6,4

Wie aus Tabelle 2 ersichtlich ist, wurde die Zusammensetzung der Minerallösung durch das Filtrieren kaum beeinflusst. Dagegen (Tabelle 3) zeigte das Filtrat der Güllelösung wieder stark erniedrigte Phosphorwerte. Erstaunlicherweise wurde vom Stickstoff hier noch 91,4% zurückgefunden. Es handelt sich hier aber nur um eine Probe, so daß nicht festgestellt werden kann, ob es sich um einen Sonderfall oder um eine Gesetzmäßigkeit handelt.

Da dieser Versuch im Labor bei Zimmertemperatur durchgeführt wurde und das Durchsaugen der Lösungen durch die Filterkerze ziemlich viel Zeit in Anspruch nahm, ist vermutlich durch die einsetzende Mineralisation der Gehalt an Phosphorsäure im 16. Filtrat wieder etwas angestiegen, während der Stickstoffgehalt durch Denitrifikation sich weiter erniedrigte.

Aus diesem Versuch geht hervor, daß filtrierte im Vergleich zu unfiltrierten Lösungen nur den gleichen Wert liefern, insofern es sich um gelöste Bestandteile handelt. Das ist in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von EL BASSAM (4). Bei stark mit Schwebestoffen anorganischer und organischer Herkunft verschmutzten Wasserproben wird man aber stark erniedrigte Werte für die verschiedenen Phosphorgehalte bekommen. Weitere Versuche sollen klären, ob und in welchem Maße das auch für andere Elemente zutrifft.

Diskussion der Versuchsergebnisse

Wie aus Versuchsergebnissen von DE LA LANDE CREMER (5) und VETTER (6) hervorgeht, erhält man mit großen Mengen flüssiger organischer Dünger eine schnellere und tiefere Verlegung der in diesen Düngern enthaltenen Phosphorsäure in das Bodenprofil als dies auf Grund von Erfahrungen mit anorganischen Düngern und Festmistern der Fall ist. Ursache hierfür ist vermutlich die Verlegung von Phosphorsäure in gelöster Form und in Schwebestoffe mit den großen Flüssigkeitsmengen und die nur langsam verlaufende Mineralisation der organischen Phosphorsäure, wodurch diese weniger schnell durch den Boden und die hierin vorkommenden Eisen- und Aluminiumbestandteile sorbiert wird. Bei Deponie oder bei übermäßigem Gebrauch flüssiger organischer Dünger und Abfallstoffe darf man also eine Verschmutzung des Bodenwassers mit organischen Teilchen aus diesen Produkten erwarten. Die mit Filterelementen entnommenen oder im Labor filtrierten Wasserproben werden dann keine richtige Auskunft geben über die wirkliche Zusammensetzung des verschmutzten Wassers. Die Ergebnisse wären

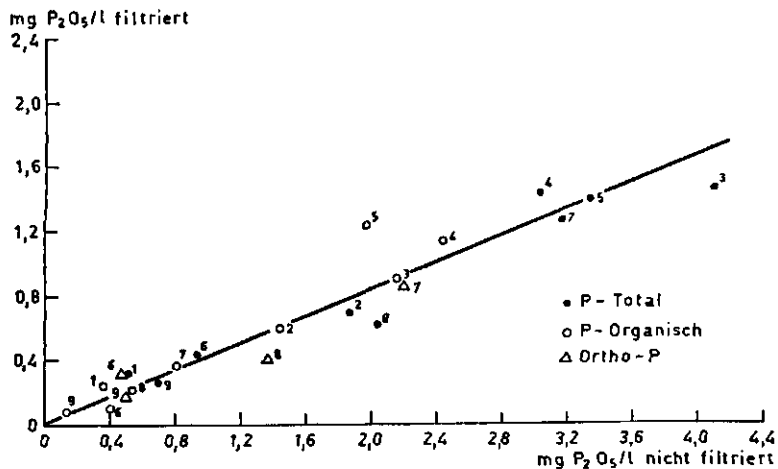


Abb. 1
Phosphatgehalt in filtrierten und nicht filtrierten Schmutzwasserproben

vielleicht besser in Übereinstimmung mit der Realität, wenn es möglich ist, die Porengrößen der Filterelemente in Einklang zu bringen mit denen der zu untersuchenden Bodenprofile, abgesehen von einer möglichen direkten Verschmutzung infolge des Vorkommens von Bodenrissen und Wurzel- und Wurmröhren.

Zusammenfassung und Konklusion

Bodenwasserproben, entnommen mit Hilfe von Filterelementen oder im Labor vorher filtrierte Wasserproben ergeben bei mit anorganischen und organischen Schwebestoffen verschmutztem Wasser von der ursprünglichen Lösung stark abweichende Phosphatgehalte. Vom P-Total wurde im Mittel nur 37% zurückgefunden, von P-Organisch 44,2% und vom Ortho-P 41%. Die Schwankungen um den Mittelwert waren erheblich aber unabhängig vom Phosphorsäuregehalt der Probe. Für qualitative Untersuchungen von Bodenwasser von Versuchsfeldern mit organischen Düngern oder Abfallstoffen oder Dünger- und Abfalldeponien und Abwasserrieselfeldern ist die Probeentnahme mittels Filterelementen unzweckmäßig! Auch bei Filtrieren als Vorbehandlung im Labor bekommt man zu niedrige Werte!

Summary

DE LA LANDE CREMER, L. C. N.: Der Einfluß des Filtrierens auf den Phosphatgehalt verschmutzter Bodenlösungen (The influence of filtration on the phosphate concentration of soil solutions containing suspended pollutants).

Landwirtsch. Forsch. 27, 1974

Soil water samples containing suspended inorganic and organic materials were either filtered in the laboratory or collected with the aid of filter elements. The phosphate content of the filtered solutions was found to be considerably lower than that of the original, unfiltered solutions. On the average, only 37% of the

total-P was found, 44,2% of the organic-P, and 41% of the ortho-P. The deviations from the average value were considerable but independent of the P content of the sample. Sampling by means of filter elements is unsuitable for qualitative investigations of soil water from trial fields treated with organic manures or waste products, or from manure and waste product dumping grounds, or from fields irrigated with waste water. Filtration in the laboratory prior to analyses also results in values that are too low.

Résumé

DE LA LANDE CREMER, L. C. N.: *Der Einfluß des Filtrierens auf den Phosphatgehalt verschmutzter Bodenlösungen (L'influence du filtrage sur la teneur en phosphates des eaux polluées).*

Landwirtsch. Forsch. **27**, 1974

Un échantillon d'eau pollué avec des particules organiques et inorganiques suspendus donne des teneurs en phosphates inférieures aux originelles lorsqu'il est prélevé avec un filtre à succion ou lorsqu'il subit un filtrage préalable au laboratoire. Dans le filtrat la teneur en phosphate total est alors abaissée en moyenne à 37%, celle du P-organique à 44,2%, et celle de l'ortho-P à 41%. Les variations autour de ces valeurs moyennes sont cependant importantes et ne dépendent pas de la teneur en phosphate de l'échantillon. Pour les recherches sur la qualité des eaux du sous-sol ou de surface potentiellement polluées le filtrage préalable, soit par l'utilisation d'éléments à succion en céramique, soit par un filtrage préalable au laboratoire, ne donne donc pas l'information recherchée.

Schrifttum

1. CZERATZKI, W.: Saugvorrichtung für gebundenes Bodenwasser. Landwirtsch. Forsch. **23**, 392—393, 1970
2. CZERATZKI, W.: Saugvorrichtung für kapillar gebundenes Bodenwasser. Landbauforsch. Völkenrode **21**, 13—14, 1971
3. RICHTER, J.: Eine Sonde zur Bodenwasserprobenahme. Landwirtsch. Forsch. **25**, 152—154, 1972
4. BASSAM, NASIR EL: Mobile Einrichtungen zur Entnahme von Wasserproben. Landbauforsch. Völkenrode **22**, 159—161, 1973
5. DE LA LANDE CREMER, L. C. N.: Gebruik de drijfmest, maar misbruik hem niet. Bedrijfsontwikkeling **3**, 523—528, 1972
6. VETTER, H. u. A. KLASINK: Untersuchungen zu den Grenzen der Anwendung von Schweine- und Hühnergülle. Landwirtsch. Forsch. Sonderh. **27/1**, 122—134, 1972