

Schweinegülle und Klärschlamm: Einfluss auf Bodeneigenschaften

Vito MEDIAVILLA, Werner STAUFFER und Albrecht SIEGENTHALER, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrikulturchemie und Umwelthygiene (FAC), CH-3097 Liebefeld-Bern

Sehr hohe und langjährige Klärschlamm- und Schweinegülleanwendung mit 5 Tonnen organischer Substanz (OS) Klärschlamm pro Hektare und Jahr, hatten in einem Feldversuch auf sandigem Lehm eine Erhöhung des organischen Kohlenstoff-Gehaltes (Humus) des Bodens und eine positive Wirkung auf Porenvolumen und Lagerungsdichte zur Folge. Die Stabilität der Bodenaggregate wurde zwar durch die unterschiedlichen Kulturen nicht, aber durch die hohen organischen Düngergaben, signifikant beeinflusst. Niedrigere Klärschlammgaben mit 2 t OS pro Hektare und Jahr sowie Schweinegüllegaben von 2 und 5 t OS pro Hektare und Jahr hatten keinen Einfluss auf die bodenphysikalischen Eigenschaften.

Schweinegülle und Klärschlamm sind wertvolle Düngemittel, sie beinhalten nennenswerte Mengen an organischer Substanz (OS) sowie Phosphor, Stickstoff, Kalium, Kalzium und Magnesium. Durch die Rückführung von Schweinegülle und Klärschlamm in den Boden werden nicht nur die Nährstoffkreisläufe geschlossen, sondern es wird auch ein wertvoller Beitrag zur Verbesserung der Bodenstruktur geleistet. In der schweizerischen Landwirtschaft werden jährlich knapp 2 Mio. m³ Klärschlamm (Carrard 1989) und über 4 Mio. m³ Schweinegülle verwertet. In Gegenden mit hoher Siedlungsdichte und reduzierter landwirtschaftlicher Fläche fallen grosse Klärschlamm-Mengen an. Industrielle Tierhaltung, die auf zugekauften Futtermitteln basiert, ist auf gewisse Regionen und

Betriebe konzentriert. Dadurch fehlen oft die Flächen, wo die anfallende Schweinegülle optimal verwertet werden kann. Die sich daraus ergebenden Probleme sind vielfältig. Um diese Probleme zu studieren und um die wissenschaftliche Grundlage für gesetzliche Erlasse zu erweitern, wurden an der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Agrikulturchemie und Umwelthygiene (FAC) in Liebefeld-Bern (565 m ü. M.) langjährige Feldversuche mit sehr hohen Schweinegülle- und Klärschlammgaben angelegt (Abb. 1, Tab. 1). Mit diesen hohen Gaben organischer Dünger sollen insbesondere auch die negativen Effekte einer möglichen Bodenbelastung gezeigt werden (Furrer *et al.* 1982; Stadelmann 1982; Stadelmann 1983; Stadelmann und Furrer

Tab. 1. Düngungsverfahren

Verfahren	Düngung
1. 0	keine Düngung
2. Min	mineralische Volldüngung ¹
3. KS2	Klärschlamm, 2 t OS pro ha und Jahr ^{2,3}
4. KS5	Klärschlamm, 5 t OS pro ha und Jahr ^{2,3}
5. SG2	Schweinegülle, 2 t OS pro ha und Jahr ^{2,3}
6. SG5	Schweinegülle, 5 t OS pro ha und Jahr ^{2,3}

¹ nach den Richtlinien der eidgenössischen Forschungsanstalten 1975, 1982 und 1987.

² Wurden die Gaben der Düngungsrichtlinien mit Klärschlamm oder Schweinegülle nicht erreicht, so wurde eine Ergänzungsdüngung in mineralischer Form verabreicht.

³ Ab 1985 wurde im Schlag A, um die Nachwirkung der organischen Düngung zu prüfen, keine organischen Dünger mehr ausgebracht. Die Verfahren 2 bis 6 erhielten eine mineralische Düngung nach den Düngungsrichtlinien der Forschungsanstalten.

Versuchsanlage

Standort und Bodenverhältnisse

Standort des Freilandversuches war Liebefeld-Bern 565 m ü.M. auf Moräneschotter. Die Bodenart war ein skeletthaltiger sandiger Lehm, der Bodentyp eine schwachentwickelte Parabraunerde, die bei Versuchsbeginn (1976) aus 16 % Ton, 18 % Schluff, 66 % Sand und 3,5 % Humus (pH 6,5) bestand. Die mittlere jährliche Lufttemperatur betrug 8 °C, die Niederschlagsmenge 1141 mm pro Jahr und die Sonnenscheindauer 1445 Stunden pro Jahr (Furrer *et al.* 1982).

Versuchsanordnung und Fruchtfolgen

In Tabelle 4 sind die angebauten Kulturen während des Versuches dargestellt. Jeder Schlag bestand aus 24 Einzelparzellen (4 x 13 m) (Abb. 1). Darin waren sechs Verfahren viermal wiederholt. Zwischen den Schlägen wurde für die Zufahrt (z.B. für die Düngung) ein vier Meter breiter Streifen belassen.

In den Schlägen A, B und C wurde jeweils auf eine Tiefe von 20 cm gepflügt, in der Regel vor der Maissaat Ende April bis anfangs Mai. Die Getreidesaat (meistens Winterweizen) erfolgte im November nach der Maisernte. Die Bodenbearbeitung war auf Kreiseleggen beschränkt. Im Getreidebau wurden Fungizide und Halmverkürzungsmittel eingesetzt. Nach dem Mähdrusch wurde die Egge eingesetzt und gleich anschliessend die Kunstwiese gesät. In der Regel wurden bei Kunstwiese sechs Schnitte im Hauptnutzungsjahr und je ein Schnitt im Ansaatjahr und im Frühjahr danach geerntet.

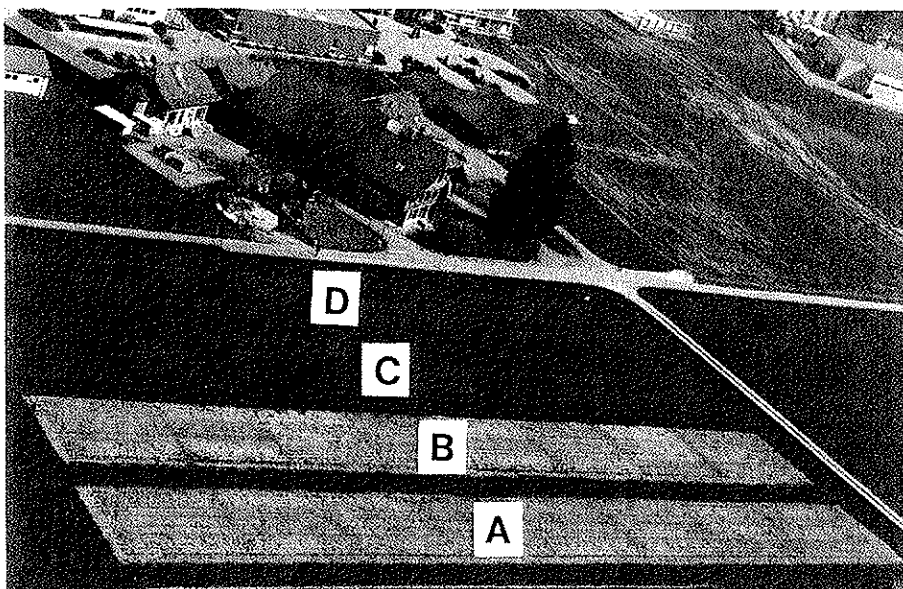


Abb. 1. Luftaufnahme des Versuches in Liebefeld. Die vier Schläge (A, B, C und D) und die einzelnen Parzellen sind sichtbar. (Foto: J. Hättenschwiler)

1985; Stadelmann *et al.* 1985; Stadelmann *et al.* 1988; Siegenthaler und Stauffer 1990; Stadelmann *et al.* 1992).

Organische Substanz im Boden ist wichtig!

Organische Substanz (OS) ist ein wichtiger Gefügebildner, ein grosser Lieferant von Stickstoff, teilweise auch von Schwefel sowie Phosphor und beeinflusst den Wasser-, Luft- und Wärmehaushalt des Bodens wesentlich (Fink 1992). Bestandteile der organischen Substanz können je nach Bodentyp in weiten Grenzen schwanken. Die organische Substanz in mineralischen Böden (zirka 2-3 %) besteht in der Regel aus rund 85 % Humus, 10 % Pflanzenwurzeln und 5 % Bodenfauna und -flora.

In dieser Arbeit nehmen wir eine Beurteilung des Bodenzustandes anhand der folgenden Grössen vor: Porenvolumen, Lagerungsdichte und Krümelstabilität. Die organische Substanz beeinflusst diese Parameter wesentlich. Durch Verkittung der festen Bodenbestandteile wird das Porenvolumen erhöht. Wenig zersetzte organische Substanz wirkt sich dabei stärker aus als stark zersetzte. Die Lagerungsdichte (bulk density, Dichte des trockenen Bodens einschliesslich der Hohlräume) wird durch die organische Substanz auf zweifache Weise beeinflusst: erstens durch die Erhöhung des Porenvolumens, zweitens durch eine niedrigere Bodendichte. Für die Quantifizierung der Stabilität der Bodenkrümel kann unter anderem auch die sogenannte Krümelstabilität verwendet werden. Sie lässt sich aus dem mittleren Krümel-Gewichtsdurchmesser vor und nach der Tauchsiebung bestimmen (Frey und Peyer 1963, modifiziert).

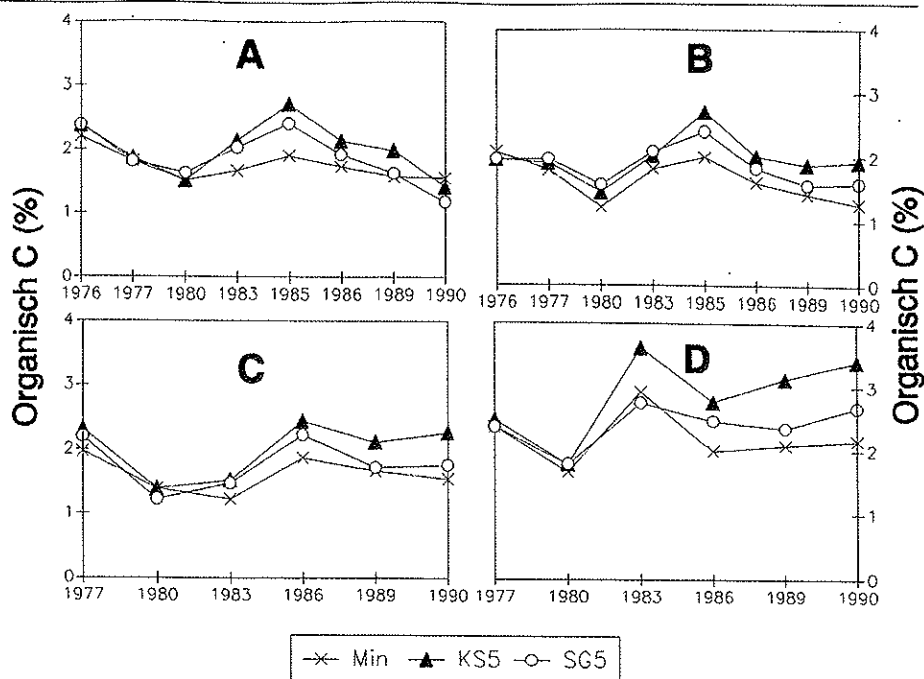


Abb. 2. Verlauf des organischen Kohlenstoffs (C) im Boden bei verschiedenen Düngungsverfahren und Schlägen (vgl. Tab. 1).

Einfluss auf Humusgehalt

Wie die Abbildung 2 zeigt, schwankte der Gehalt an organischem Kohlenstoff im Boden relativ stark. Nach anfänglicher Abnahme bis 1980, stieg er wieder an. Nach dem Rotationswechsel in den Schlägen A und B im Jahr 1985 begann er wieder abzunehmen. Dies offenbar als Folge der humuszehrenden Gemüsekulturen. Im Schlag A war dies bei 5 t OS Klärslamm und Schweinegülle pro Jahr viel ausgeprägter, weil nach Weglassen der organischen Düngung und Wechsel auf mineralische Düngung die Mineralisation des Humus stark einsetzte. Beim Verfahren 5 t OS Klärslamm pro Jahr war der organische Kohlenstoff (C) in allen Schlägen meistens höher. In der Dauerwiese

(Schlag D) wurden bei 5 t OS Klärslamm pro Jahr die höchsten Gehalte und eine gewisse Tendenz zur Kohlenstoff-Akkumulation registriert.

Aus Abbildung 3 ist ersichtlich, dass langjährige Düngung mit 5 t OS pro Hektare und Jahr in Form von Klärslamm, in den Jahren 1986, 1989 und 1990 (mit Ausnahme in Schlag A), stets statistisch gesicherte höhere organische C-Gehalte bewirkte. Die Klärslamm Düngung hatte offensichtlich eine grössere Wirkung auf die organische Substanz als die gleichstarke Schweinegülle Düngung. Die Löslichkeit der organischen Substanz war wahrscheinlich massgebend. 1990 lagen im Schlag A die Verfahren mit Schweinegüllegaben bemerkenswert statistisch signifikant tiefer als alle anderen

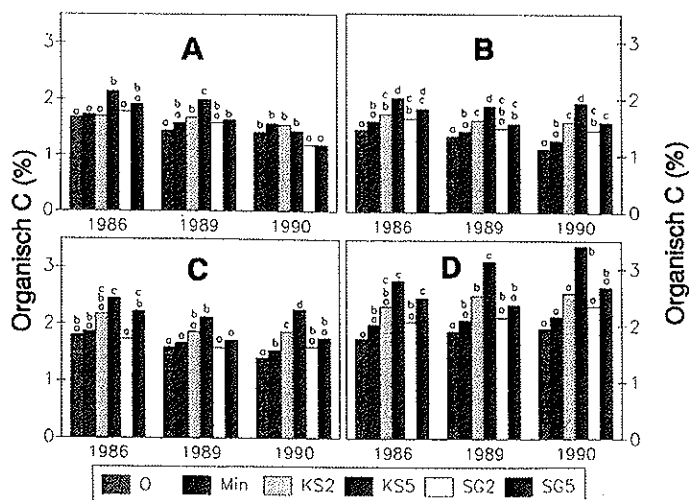


Abb. 3. Organischer Kohlenstoff (C) im Boden in den Jahren 1986, 1989 und 1990 bei verschiedenen Düngungsverfahren aller Schläge (vgl. Tab. 1). Gleiche Buchstaben zeigen, dass sich die Verfahren im bestimmten Jahr und Schlag bei $p \leq 0,05$ nicht statistisch voneinander unterscheiden.

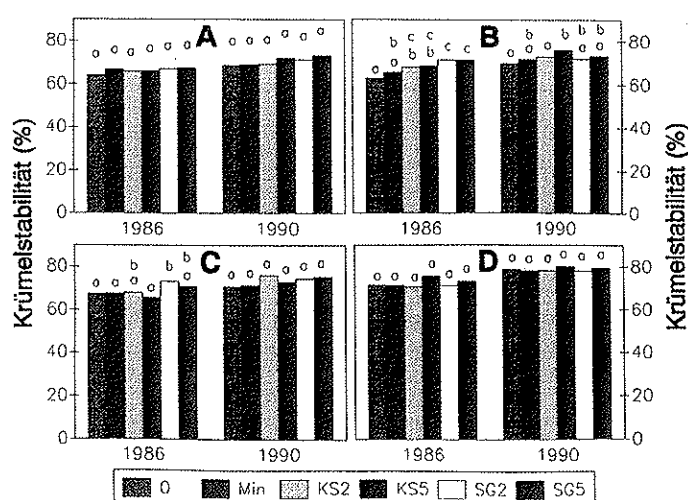


Abb. 4. Krümelstabilität in den Jahren 1986 und 1990 bei verschiedenen Düngungsverfahren und Schlägen (vgl. Tab. 1). Gleiche Buchstaben zeigen, dass sich die Verfahren im bestimmten Jahr und Schlag bei $p \leq 0,05$ nicht statistisch voneinander unterscheiden.

Verfahren (Abb. 3). Dies dürfte auf starke Mineralisation zurückzuführen sein.

Aus Tabelle 2 geht hervor, dass bei 5 t OS Schweinegülle pro Jahr einzig im Schlag D (Dauerwiese) eine positive Humusbilanz von Versuchsbeginn bis 1990 vorlag und dies, obwohl 45 bis 75 t OS pro Hektare verabreicht wurden. Bei 5 t OS Klärschlamm pro Jahr war die Bilanz etwas besser, doch blieb sie in den Schlägen A und B negativ.

Die Wirkung der organischen Substanz auf das Volumen der Bodenporen ist in Tabelle 3 dargestellt. Mit Porenvolumen zwischen 51 % und 63 % handelte es sich dabei für diese Bodenart um günstige Verhältnisse. Obwohl in den Schlägen A und D kaum Unterschiede zwischen den Düngungsverfahren auftraten, induzierten 5 t OS Klärschlamm pro Jahr in den Schlägen B und C ein bis 20 % höheres Porenvolumen. Die Lagerungsdichte bei 5 t OS Klärschlamm war in allen Schlägen bis 12 % statistisch signifikant tiefer (Tab. 3).

Bodenaggregate-Stabilität wenig beeinflusst

Die Krümelstabilität war bei allen Düngungsverfahren annähernd gleich hoch (Abb. 4). Tendenzmässig war sie jedoch bei Klärschlamm und Schweinegülle etwas höher. In der Dauerwiese lag sie ebenfalls etwas höher. Doch die Erwartungen, aufgrund der hohen organischen Substanz und des Porenvolumens sowie tieferen Lagerungsdichte bei 5 t OS Klärschlamm, wurden bei der Stabilität der Bodenaggregate nicht bestätigt. Die Ergebnisse bezüglich der Krümelstabilität bestätigen diejenigen von Furrer und Stauffer (1983). Diese Autoren konnten bei einem Versuch mit unterschiedlich hohen Klärschlamm-Gaben in einem schweren Boden keine signifikanten Unterschiede der Krümelstabilität nachweisen. Die Wahl der Kulturen beeinflusste die Krümelstabilität stärker als die hohen Gaben organischer Substanz.

Bodenstruktur nur teilweise verbessert

Durch hohe Klärschlamm- und Schweinegülle-Gaben erwarteten wir eine wesentliche Verbesserung der Bodenstruktur. Dies ist nur teilweise erreicht worden. Zwar konnte durch 5 t organische Substanz Klärschlamm pro Jahr und Hektare die organische Substanz des Bodens erhöht werden. Ebenso wurden Porenvolumen und Lagerungsdichte verbessert. Die Stabilität der

Tab. 2. Humusbilanz (t/ha) bei den Verfahren 5 t OS Klärschlamm und Schweinegülle pro Hektare und Jahr von Versuchsbeginn bis 1990

Schläge ¹	Düngung ² (OS)	Humus bei Versuchs- beginn	KSS		SG5	
			Humus 1990	Humusbilanz	Humus 1990	Humusbilanz
A	45,5	94,8 ³	58,8	-36	48,8	-40,8
B	73,5	83,5	79,9	- 3,6	65,8	-17,7
C	74,3	89,5 ⁴	93,8	+ 4,3	72,8	-16,7
D	74,6	49,4	70,6	+21,2	55,4	+ 6

¹ Bei den Schlägen A, B und C wurde die Bilanz für 20 cm Bodenschicht gerechnet, bei D für 10 cm.

² Düngung seit Versuchsbeginn bis 1990

³ Bei A und B im Jahr 1976

⁴ Bei C und D im Jahr 1977

Tab. 3. Porenvolumen und Lagerungsdichte bei den verschiedenen Verfahren und Schlägen (vgl. Tab. 1) in den Jahren 1986 und 1989

	1986				1989			
	A	B	C	D	A	B	C	D
Porenvolumen (%)								
O	53,5a	52,6a	51,5a	55,7a	57,1a	51,1a	56,3a	57,1a
Min	55,2a	54,5ab	50,6a	54,2a	56,5a	51a	57,7ab	56,7a
KSS	55,8a	55,5ab	52,6ab	57,3a	57,4a	52,8ab	57,7ab	60,2ab
KSS	56,8a	65,9b	54,4b	60,3a	60,5a	55,4b	60,2b	63,5b
SG2	54,6a	53ab	52,1ab	56,1a	58,8a	52,8ab	57,3a	59,7a
SG5	55,7a	53,7ab	51a	57,4a	56,1a	52,8ab	56,5a	57,4a
Lagerungsdichte (g/cm³)								
O	1,27b	1,27b	1,27bc	1,25b	1,18b	1,29b	1,18b	1,25c
Min	1,23ab	1,22ab	1,29c	1,26b	1,19b	1,29b	1,16b	1,26c
KSS	1,21ab	1,13a	1,23ab	1,19ab	1,18b	1,25ab	1,15b	1,19b
KSS	1,17a	1,14a	1,18a	1,12a	1,11a	1,18a	1,09a	1,12a
SG2	1,24b	1,26b	1,25bc	1,24b	1,2b	1,24ab	1,16b	1,24bc
SG5	1,21ab	1,22ab	1,27bc	1,24b	1,21b	1,26ab	1,2b	1,24bc

Gleiche Buchstaben zeigen, dass sich die Verfahren im bestimmten Jahr und Schlag bei $p \leq 0,05$ nicht statistisch voneinander unterscheiden.

Tab. 4. Kulturplan

Jahr	Schlag A	Schlag B	Schlag C	Schlag D
1976	Silomais	Getreide	Kunstwiese ¹	
1977	Getreide	Kunstwiese	Silomais	
1978	Kunstwiese	Silomais	Getreide	
1979	Silomais	Getreide	Kunstwiese	Dauer-
1980	Getreide	Kunstwiese	Silomais	
1981	Kunstwiese	Silomais	Getreide	
1982	Silomais	Getreide	Kunstwiese	
1983	Getreide	Kunstwiese	Silomais	grün-
1984	Kunstwiese	Silomais	Getreide	
1985	Kabis	Kabis	Kunstwiese	
1986	Sellerie	Sellerie	Silomais	
1987	Spinat	Spinat	Getreide	land ¹
1988	Silomais	Silomais	Kunstwiese	
1989	Silomais	Silomais	Silomais	
1990	Silomais	Silomais	Getreide	

¹ Kleegrasmischung

Bodenaggregate hingegen blieb unverändert hoch.

Die niedrigere Klärschlammgabe (2 t OS pro Hektare und Jahr) hatte keinen wesentlichen Einfluss auf die bodenphysikalischen Parameter. Durch Schweinegüllegaben wurden die physikalischen Kenngrößen des Bodens ebenfalls nicht verändert.

Bedingt durch die höhere Löslichkeit wurde nach dem Weglassen der organischen und nachfolgenden mineralischen Düngung ein starker Abbau des organischen Kohlenstoffs des Bodens beobachtet.

Wie weit hohe Klärschlamm- und Schweinegülle-Gaben für die Belastung mit Nährstoffen und Schwermetallen für die Um-

welt von Bedeutung sind, wird in weiteren Publikationen vorgestellt.

LITERATUR

Carrard M., 1989. Klärschlamm: immer weniger als Dünger verwendet. *BUWAL-Bulletin* 1/89, 25-27.

Fink A., 1992. Dünger und Düngung. Grundlagen und Anleitung zur Düngung der Kulturpflanzen. 2. Auflage, VCH.

Frei E. und Peyer K., 1963. Untersuchungen über die Stabilität von Bodenkrümeln. *Schweiz. Landw. Forsch.* 2 (4), 441-462.

Furrer O.J., Stadelmann F.X., und Lehmann V.; 1982. Die Wirkung steigender Gaben von Klärschlamm und Schweinegülle in Feldversuchen. I. Versuchsprogramm und Auswirkungen auf Pflanzenertrag. *Schweiz. Landw. Fo.* 21 (3/4), 225-237.

Furrer O.J. and Stauffer W., 1983. Influence of Sewage Sludge Application on physical Properties of Soils and its Contribution to the Humus Balance. COST (68, w. 6. 4)-Seminar, 23-25 June 1981 at Munich, Reidel D., 65-74.

Hofer H., 1975, 1982. Pflanzenernährung und Düngung. Wirz, Aarau.

Siegenthaler A. and Stauffer W., 1990. Longterm Excessive Slurry and Sewage Sludge Application: Environmental Effect and Measures. FAO-Consultation of European Cooperative Research Network on Animal Waste Utilisation, Bologna, Italy, 84-89.

Stadelmann F.X., 1982. Die Wirkung steigender Gaben von Klärschlamm und Schweinegülle in Feldversuchen. II. Auswirkungen auf Population und Aktivität von Bodenmikroorganismen. *Schweiz. Landw. Fo.* 21 (3/4), 239-259.

Stadelmann F.X., 1983. Belastbarkeit des Bodens mit Hofdünger und Abfallstoffen. Verband Schweiz. Abwasserfachleute, Verbandsbericht 246, 25-33.

Stadelmann F.X. and Furrer O.J., 1985. Long-term Effects of Sewage Sludge and Pig Slurry Application on micro-biological and chemical Soil Properties in Field Experiments. Long-term Effects of Sewage Sludge and Farm Slurries Applications, Proceedings of a Round-Table seminar, Pisa, Italy, 25-27 Sept 1984, Ed. Williams, Guidi, L'Hermitte, 136-145.

Stadelmann F.X., Furrer O.J., Lehmann V. und Moeri P.B.; 1985. Die Wirkung steigender Gaben von Klärschlamm und Schweinegülle auf Nitratgehalt von ein- und mehrjährigem Klee gras. *Landw. Fo.*, Kongressband 1984, 188-200.

Stadelmann F.X., Frossard R., Furrer O.J., Lehmann V. und Moeri P.B.; 1988. Wirkung und Nachwirkung langjähriger hoher Klärschlamm- und Schweinegüllegaben auf die Qualität von Knollensellerie. *VDLUFA-Schriftenreihe* 23, Kongressband 1987, 857-882.

Stadelmann F.X., Frossard R., Furrer O.J., Lehmann V. und Moeri P.B.; 1992. Nachwirkungen eines langjährig intensiv organisch überdüngten Bodens auf die Spinatqualität 3 Jahre nach Umstellung auf reduzierte mineralische Düngung. *VDLUFA-Schriftenreihe* 28, Kongressband 1992.

Walther U., Ryser J.-P., Flisch R. und Siegenthaler A., 1987. Düngungsrichtlinien für den Acker- und Futterbau. Hrgb. FAP, RAC, FAC.

RÉSUMÉ

Effet de l'épandage de fortes quantités de boues d'épuration et de purin de porcs sur le taux de matière organique et sur quelques paramètres physiques du sol

Dans un essai en plein champ, on a étudié l'effet de doses très élevées de purin de

porcs et de boues d'épuration sur le taux de matière organique et sur les paramètres physiques d'un sol argilo-sableux de Liebefeld-Berne (565 m s. m.).

Après 15 ans de fumure, à raison de 5 t/ha/an de matière organique (m.o.) sous forme de boues d'épuration, on a pu constater une augmentation du carbone organique du sol. De même, un effet positif a été remarqué sur la porosité et sur la densité volumétrique. Par contre, la stabilité des agrégats n'a pas été modifiée.

De plus petites doses de boues d'épuration (2 t m.o./ha/an) et différentes doses de purin de porcs (2 t et 5 t m.o./ha/an) n'ont pas engendré d'effet sur les paramètres du sol. Une réduction sensible du carbone organique a été observée après l'interruption d'apports de purin de porcs.

RIASSUNTO

Effetto di un forte apporto di letame liquido suino e di fanghi di depurazione sul contenuto di sostanza organica del terreno e su alcune caratteristiche fisiche

In un esperimento effettuato in pieno campo su limo sabbioso a Liebefeld-Berna (565 m sopra il mare) si sono studiati gli effetti di apporti estremamente elevati di letame liquido suino e di fanghi di depurazione sul contenuto di sostanza organica del terreno come pure sulle sue caratteristiche fisiche. A seguito di una concimazione durata 15 anni con 5 t sostanza organica (so) per anno e per ettaro di fanghi di depurazione si è constatato un incremento del carbonio legato organicamente nel terreno. Questo ne ha influenzato positivamente la porosità e la densità volumetrica. La stabilità degli aggregati non è invece stata influenzata.

Apporti inferiori di fanghi di depurazione (2 t so per anno e ettaro) come pure diversi livelli di concimazione con letame liquido suino non hanno avuto nessun effetto sulle caratteristiche fisiche del terreno. Cessato l'apporto di letame liquido suino è stata osservata una diminuzione del carbonio legato organicamente del suolo.

SUMMARY

Effect of very high pig slurry and treated sewage sludge application on the organic matter and some physical parameters of the soil

Over many years too higher levels of pig slurry and treated sewage sludge have been applied to a sandy clay soil in

Erhebungen und Untersuchungen

Bestimmung der organischen Substanz

Von allen Parzellen wurden nach der Ernte beziehungsweise bei Vegetationsende aus 0-20 cm für die Schläge A, B, C und aus 0-10 cm Bodentiefe für Schlag D Bodenproben entnommen. Dies geschah durch 10-20 Einstiche pro Parzelle. Davon wurde eine Mischprobe hergestellt. 1 g Boden (bei 40 °C getrocknet und pulverisiert) wurde mittels Carmograph bei 900 °C verascht und das organische C bestimmt (die Böden waren kalkfrei).

Bestimmung der bodenphysikalischen Parameter

Die Entnahme der Proben für die Untersuchung des Porenvolumens und der Lagerungsdichte erfolgte mit einem Stechzylinder (100 cm³). In der Regel wurden fünf Wiederholungen pro Parzelle durchgeführt. Nach Sättigung, Zentrifugation, Ofentrocknung, Messung mit Luftdruckpyknometer und Steine-Wägung wurde das gesamte Porenvolumen und die Lagerungsdichte aufgrund der Gewichtsunterschiede errechnet. Die Krümelstabilität wurde nach Frei und Peyer (1963 modifiziert) bestimmt. Die Probeentnahme wurde sorgfältig mit Spaten und Messer vorgenommen. Nach schonender Trocknung wurden drei Krümel fraktionen getrennt (1-2 mm, 2-3,15 mm, 3,15-5 mm). Die Tauchsiebung (Abb. 4) erfolgte nach Vorbefeuchtung im Exsikkator. Der Quotient zwischen mittelfem Gewichtsdurchmesser vor und nach der Tauchsiebung wird in Krümelstabilitätsprozent ausgedrückt.

Statistische Auswertung

Durch eine einfache Streuungszerlegung und Tukey-Test wurde die Homogenität der Mittelwerte bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit (P) ≤ 0,05 getestet. Die dargestellten Ergebnisse sind Mittelwerte.

Liebefeld-Berne (565 m above sea level) in order to examine the effect on the organic matter and physical parameters of the soil.

An increase in the organic carbon content of the soil was identified after a 15 years application of organic substance (OS) (5 t per hectare per annum of treated sewage sludge). This had a positive effect on the porosity and bulk density of the soil. The stability of the soil structure was, however, not influenced.

Lower applications of treated sewage sludge (2 t of OS per hectare per annum) as well as 2 t and 5 t OS per hectare per annum of pig slurry had no influence on the physical properties of the soil. A significant decrease in organic carbon was observed after stopping the application of organic fertilizers which had been applied after pig slurry.

KEY WORDS: field trial, overfertilization, pig slurry, sewage sludge, organic matter, physical parameters, soil