

Originalarbeiten

(Aus der Hauptabteilung Agrarforschung und Biotechnologie des österreichischen Forschungszentrums Seibersdorf Ges. m. b. H., Leiter: Univ.-Doz. Dr. Othmar Horak, und dem Zuck erforschungsinstitut Fuchsenbigl, Leiter: Univ.-Doz. Dr. Hubert J. Müller)

Über den Einfluß der Lagerungszeit von Bodenaggregaten auf die Aggregatstabilität

Von M. H. GERZABEK und H. RÖSSNER

(Mit 1 Abbildung)

Zusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, das bereits seit einiger Zeit bekannte Phänomen der sich im Zuge der Probenlagerung ändernden Stabilität von Bodenaggregaten zu untersuchen. Um den möglichen Einfluß von Änderungen in der mikrobiellen Aktivität der Proben zu erfassen, wurden Teilmengen mittels Chloroform oder Gammabestrahlung sterilisiert. Die zu drei Terminen durchgeführten Aggregatstabilitätsbestimmungen ließen jedoch keine Korrelation mit der mikrobiellen Aktivität (Dehydrogenaseaktivität) der Aggregatproben erkennen. Wesentlich stärker scheint der Einfluß des Wassergehaltes der Bodenaggregate zu sein. Mit steigenden Wassergehalten (Bereich 0,4 bis 1,9 %) geht die Aggregatstabilität zurück. Es scheint daher eine standardisierte Bestimmung der Aggregatstabilität direkt aus luftgetrockneten Bodenproben nicht möglich zu sein.

Schlüsselworte: Aggregatstabilität, mikrobielle Aktivität, Probenlagerung, Wassergehalt.

Response of soil aggregate stability to storage time of soil samples

Summary

The aim of the present study was to investigate the well known phenomenon of changing aggregate stability values as result of soil sample storage. In order to evaluate the impact of soil microbial activity, the soil sample was split into three subsamples. Two samples were sterilized by means of chloroform fumigation and gamma irradiation, respectively. However, the aggregate stability measurements at three different dates were not correlated with the microbial activity (dehydrogenase activity). The moisture content of the aggregate samples seems to be of higher significance. Samples with lower moisture content (range: 0.4 to 1.9 %) exhibited higher aggregate stabilities. Thus, airdried aggregate samples without further treatment don't seem to be suitable for standardized stability measurements.

Key-words: microbial activity, sample storage, soil aggregate stability, soil moisture content.

1. Einleitung

Bodenaggregate stellen den verschiedenen zerstörenden Einflüssen einen Widerstand entgegen. Die Aggregatstabilität wird von zahlreichen Bodenparametern, wie z. B. Tongehalt, Humusgehalt, freies Fe_2O_3 , freies Al_2O_3 , CaCO_3 und austauschbares Natrium, beeinflusst (KEMPER und KOCH 1966). Es handelt sich somit um einen Summeneffekt. Die Bestimmung könnte im Prinzip über Scherparameter erfolgen, allerdings ist die Methodik speziell bei der Untersuchung der Wasserstabilität zu kompliziert. So haben sich vier Methodengruppen herauskristallisiert, die in Abhängigkeit vom methodischen Ansatz unterschiedliche Aussagen liefern können (HARTGE und HORN 1989): Naßsiegung, Perkulationsminderung, Beregnung und visuelle Bestimmung aus einer Alkohol-/Wasser-Mischungsreihe.

Die Bestimmung der Aggregatstabilität ist bis dato in der landwirtschaftlichen Routineuntersuchung wenig verbreitet. Das von der Arbeitsgruppe Bodenphysik der ALVA entwickelte einfache Analysengerät bietet nun eine relativ preisgünstige Möglichkeit, Aggregatstabilitätsuntersuchungen im größeren Umfang durchzuführen (MURER et al. 1993). Es handelt sich dabei um eine gut standardisierte Siebtauchmethode, die erstmals von KEMPER und KOCH (1966) in ähnlicher Form vorgeschlagen wurde. Wichtige Fragen, wie z. B. die Bodenbeprobung und die Vergleichbarkeit verschiedener Laboratorien, sind bereits weitgehend geklärt (MURER et al. 1993). Ein Unsicherheitsfaktor ist allerdings die sich mit der Lagerungszeit ändernde Stabilität von Bodenaggregaten. Dieses Phänomen wurde bereits von KEMPER und KOCH (1966) berichtet und auch bei der Erprobung des neuen Gerätes im Zuge von Ringversuchen beobachtet (MURER et al. 1993). Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Beantwortung der Frage, ob Änderungen der mikrobiellen Aktivität der gelagerten Bodenproben einen Einfluß auf die Aggregatstabilität ausüben.

2. Material und Methoden

Als Versuchsboden wurde eine Feuchtschwarzerde aus Deutsch Brodersdorf herangezogen. Eine eingehende Charakterisierung ist bei GERZABEK et al. (1992) nachzulesen. Als Versuchsvarianten wählte man die herkömmliche Lufttrocknung unter Laborbedingungen und die Lufttrocknung nach Sterilisation (Fumigation mit Chloroform oder Gammabestahlung). Die Sterilisationsvarianten dienten zum Ausschluß von Beeinflussungen der Aggregatstabilität aufgrund von Änderungen der mikrobiellen Aktivität im Zuge der Probenlagerung.

Die Bodenproben wurden an drei Punkten der Parzelle ungestört entnommen und sechs Mischproben aus annähernd gleich großen Bruchstücken hergestellt. Jeweils zwei Parallelproben unterzog man der gleichen Behandlung. Zwei Proben wurden unmittelbar konventionell luftgetrocknet. Zwei Proben erfuhren eine 24stündige Chloroformbehandlung (SCHINNER et al. 1991), zwei Proben bestrahlte man drei Stunden in der ^{60}Co -Bestrahlungsanlage. Danach folgte in beiden Fällen ebenfalls eine Lufttrocknung. Alle Proben wurden unter Laborbedingungen in Papiersäcken aufbewahrt.

In definierten zeitlichen Abständen (2, 6 und 13 Wochen nach der Probenahme) wurden die Aggregatstabilität nach MURER et al. (1993) in dreifacher Wiederholung, die Dehydrogenaseaktivität mit TTC nach SCHINNER et al. (1991) und der Wassergehalt der Proben bestimmt. Die Aggregatstabilität (in %) ergibt sich aus dem Anteil an Aggregaten $>0,25$ mm nach der Tauchsiegung an der Gesamtprobe (Korngrößenfraktion 1 bis 2 mm). Die Sandpartikel $>0,25$ mm werden von der Einwaage und der stabilen Aggregatfraktion in Abzug gebracht.

Die Glukose-induzierte Respiration (bestimmt nach SCHINNER et al. 1991) der feldfrischen Bodenprobe betrug $8,55 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot 100 \text{ g TS}^{-1}$.

3. Ergebnisse und Diskussion

Nach zweiwöchiger Lufttrocknung der Aggregate konnte man signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Vorbehandlungen erkennen (Abb. 1). Die Fumigationsvariante zeigte die höchste Aggregatstabilität (19,8 %), gefolgt von der Kontrolle (14,5 %) und der Gammabestrahlung (12,1 %). Die Standardabweichungen der Dreifachbestimmungen lagen zwischen 0,2 und 1,4 %. Die Unterschiede waren nicht mit der Dehydrogenaseaktivität der Bodenaggregate korreliert (Abb. 1). Die höchste Dehydrogenaseaktivität zeigte die Variante ohne Sterilisation, wobei die Lufttrocknung einen nur schwachen Abfall im Vergleich zur feldfrischen Probe bewirkte. Die Gammabestrahlung und Fumigation mit Chloroform führten zu signifikant niedrigeren Dehydrogenaseaktivitäten von 21,7 bzw. 29,6 %, bezogen auf den Wert der nicht sterilisierten Probe. Nach weiteren

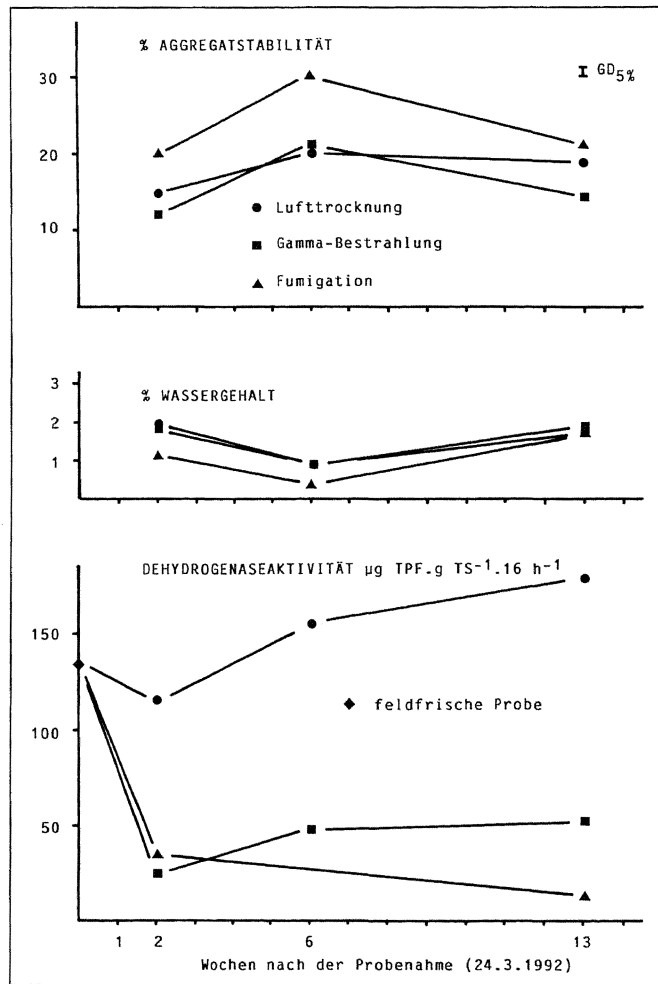


Abb. 1: Änderungen von Stabilität, Wassergehalt und Dehydrogenaseaktivität von Bodenaggregaten im Zuge der Probenlagerung.

vier Wochen Lagerung unter Laborbedingungen war bei allen Varianten ein signifikanter Anstieg der Aggregatstabilität zu beobachten. Der relative Anstieg der Aggregatstabilität machte zwischen 39,3 % (Lufttrocknung) und 76,0 % (Gammabestrahlung) aus. Die Dehydrogenaseaktivität stieg im gleichen Beobachtungszeitraum um 35,8 % (Lufttrocknung ohne Vorbehandlung) bzw. 94 % (Gammabestrahlung). Die Bestimmung der Dehydrogenaseaktivität an den Fumigationenproben mußte mangels ausreichenden Probenmaterials entfallen. Der letzte Analysentermin zeigte eine Abnahme der Aggregatstabilitäten von 6,4 (Lufttrocknung) bis 32 % (Gammabestrahlung), bezogen auf den zweiten Meßtermin. Die Dehydrogenaseaktivitäten nahmen tendenziell etwas zu.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen keinen Zusammenhang zwischen Dehydrogenaseaktivität und Aggregatstabilität. Die frühere Hypothese (MURER et al. 1993) einer Beeinflussung der Aggregatstabilität durch Änderungen der biologischen Aktivität der Bodenproben während der Lagerung scheint somit nicht haltbar zu sein.

Wesentlich stärker ist der Einfluß des Wassergehaltes der Aggregatproben auf deren Stabilität. Vergleicht man den Verlauf der Aggregatstabilitäten mit dem der Wassergehalte (Abb. 1), so zeigt sich ein deutlich gegenläufiges Verhalten. Niedrigere Wassergehalte bedingen höhere Aggregatstabilitäten. Unter Heranziehung der Ergebnisse der sechs Einzelproben und der drei Analysentermine ergibt sich folgender Zusammenhang, der für Wassergehalte von 0,3 bis 2 % gültig ist:

$$y = 27,4681 \cdot e^{-0,288101 \cdot x} \quad F = 9,935^{**} \quad FG 1 = 1 \quad FG 2 = 16$$

x = Wassergehalt in % y = Aggregatstabilität in %

Die Ursachen für die Änderungen der Aggregatstabilität mit der Lagerzeit sind daher im chemisch-physikalischen Bereich zu suchen. Eine Reduktion des Wassergehaltes im angesprochenen Bereich verursacht offensichtlich eine verstärkte Zusammenpackung der Aggregate. Dies ist wahrscheinlich auf Schrumpfungsprozesse der Tonminerale zurückzuführen (MÜCKENHAUSEN 1985). Unveröffentlichte Daten von KANDELER (1991) unterstützen die vorliegende Annahme. Verschiedene Trocknungsgrade führten im Vergleich zur feldfrischen Probe zu absoluten Aggregatstabilitätsdifferenzen von 40 % und mehr. Vor der Messung wiederbefeuchtete Aggregate zeigten Meßwerte knapp unter denen der feldfrischen Probe.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, daß eine standardisierte Bestimmung der Aggregatstabilität aus luftgetrockneten Bodenproben ohne weitere Verfahrensschritte nicht möglich ist. Als erfolgversprechend ist die Wiederbefeuchtung der luftgetrockneten Bodenaggregate anzusehen. Die Frage, ob ein einfaches Besprühen der Bodenproben vor der Messung ausreicht oder ob die Bodenaggregate auf eine definierte Wasserspannung eingestellt werden müssen, kann erst nach Vorliegen weiterer eingehender Untersuchungsergebnisse zu diesem Thema beantwortet werden.

Literatur

- GERZABEK, M. H., S. A. MOHAMAD und K. MÜCK, 1992: Cesium-137 in soil texture fractions and its impact on cesium-137 soil-to-plant transfer. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 23, 321–330.
- HARTGE, K. H. und R. HORN, 1989: *Die physikalische Untersuchung von Böden*. Enke Verlag, Stuttgart.
- KANDELER, E., 1991: Persönliche Mitteilung, Bundesanstalt für Bodenkunde, Wien.
- KEMPER, W. D. und E. J. KOCH, 1966: Aggregate stability of soils from Western Portions of the United States and Canada. *U. S. Dep. Agric. Tech. Bull.*, 1355.

- MÜCKENHAUSEN, E., 1985: Die Bodenkunde und ihre geologischen, geomorphologischen, mineralogischen und petrologischen Grundlagen. DLG-Verlag, Frankfurt.
- MURER, E. J., A. BAUMGARTEN, G. EDER, M. H. GERZABEK, E. KANDELER und N. RAMPAZZO, 1993: An improved sieving machine for estimation of soil aggregate stability (SAS). Geoderma, im Druck.
- SCHINNER, F., R. ÖHLINGER und E. KANDELER, 1991: Bodenbiologische Arbeitsmethoden. Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg – New York.

(Manuskript eingelangt am 16. September 1992, angenommen am 23. September 1992)

Anschrift der Verfasser:

Univ.-Doz. Dr. Martin H. GERZABEK, Hauptabteilung Agrarforschung und Biotechnologie des Österreichischen Forschungszentrums Seibersdorf Ges. m. b. H., A-2444 Seibersdorf, und Dr. Hugo RÖSSNER, Zuckerforschungsinstitut Fuchsenbigl, A-2286 Haringsee