

NATURLICHE FADENKOLLOIDE UND KRUMELBILDUNG

Wie schon bei elektronenmikroskopischen Untersuchungen gezeigt werden konnte, besteht die kolloide Fraktion unserer Böden vorwiegend aus plättchenförmigen Tonmineralen. Eine günstige Struktur wird man nur dann erwarten dürfen, wenn die Mineralteilchen in verschiedenen Lagen durch schwerlösliche Kittsubstanzen festgehalten werden und



Abb. 1. Fadenförmige Kolloide im Regenwurm Kot.

sich nicht wie die Karten eines Kartenspieles alle mit der Breitseite aufeinanderlegen. Durch diese Ver kittung entsteht ein möglichst großes Hohlraumvolumen, von dem die erwünschte Luft-, Wasser- und Wärmekapazität abhängt.

Als Kittsubstanzen kommen in erster Linie, wie die elektronenmikroskopischen Untersuchungen mit Kriolium als Modellsubstanz vor einiger Zeit zeigten, fadenförmige Kolloide in Betracht, weil sie mit den mineralischen Kolloidanteilen des Bodens stärker in Wechselwirkung treten als die kugelförmigen. So erfolgt z.B. bei dem fadenförmigen Kolloid Pektin eine Gelatinierung in wässriger Lösung schon bei 0,1%; demgegenüber benötigt man bei dem nahezu kugelförmigen Eisenhydroxyd 6–10%.

Verschiedene Mikroorganismen scheiden Schleimstoffe, d.h. fadenförmige Kolloide, in derartigen Mengen aus, daß man mit Recht annehmen kann, daß diese bei der Verkittung der Bodenkolloide und damit bei der Ausbildung der Bodenstruktur von Bedeutung sind. Auch Pflanzen, wie Flechten, erzeugen Schleimstoffe. Jene sind bekanntlich die ersten Bewohner auf dem Muttergestein bevor sich aus diesem durch Verwitterung ein Boden bildet. Nach Untersuchungen verschiedener Forscher haften die Schleimstoffe der Flechten so fest an der Oberfläche der Gesteine, daß beim Austrocknen kleine Teile herausgerissen werden, die dann einer rascheren Verwitterung anheimfallen.

Mehrere russische Bodenkundler haben die Krümelstabilität in Abhängigkeit von den natürlichen Bedingungen der Bodenbildung untersucht und kamen durch die in diesem weiträumigen Lande herrschenden Untersuchungenmöglichkeiten übereinstimmend zu dem Ergebnis, daß der Anteil an wasserbeständigen Aggregaten über 0,25 mm bei den podsolierten Böden im Norden zwischen 30 und 40% liegt. Der Anteil steigt bei den Rasenpodsolon auf 60–80% an, erreicht bei der Schwarzerde ein Maximum bei ca. 90%, fällt dann in weiter südlicher Richtung bei den kastanienfarbigen Böden auf 20% ab und zeigt ein Minimum von 5–10% bei der Grauerde, in der sich stark aerobe Vorgänge abspielen. Einen ähnlichen Gang wie der Anteil an wasserbeständigen Aggregaten zeigt auch der Gehalt an organischen Substanzen. Aus diesen Angaben ist zu ersehen, daß die Menge an wasserbeständigen Krümeln weitgehend mit dem Humusgehalt des Bodens in Beziehung steht.

Im allgemeinen hat man bisher angenommen, daß die Krümelbildung auf die Wechselwirkung zwischen Huminsäuren und Tonmineralen zurückzuführen ist. Eine direkte Sorption reiner, elektrodialysierter Hu-

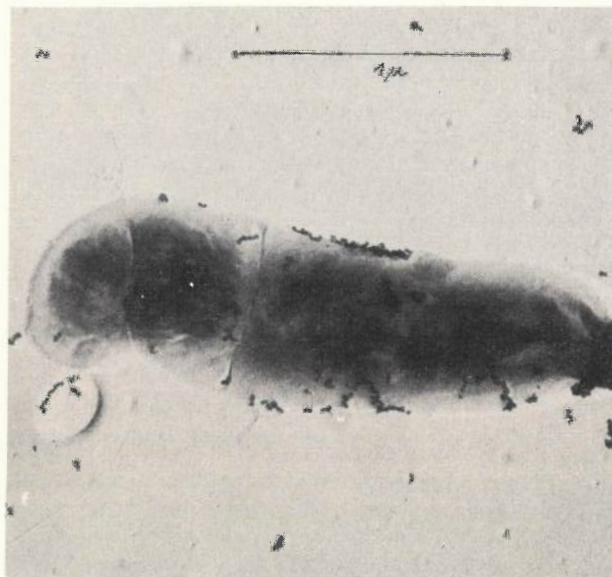


Abb. 2. Sorption von Goldkolloiden an der Schleimhülle von Bakterien.

minsäureteilchen an verschiedenen Tonmineralen konnten wir im Elektronenmikroskop nicht beobachten. Auch R.J. Swaby (England) beobachtete mit Huminsäuren nur dann eine gute Krümelbildung, wenn er diese bei Zimmertemperatur mit 2,5%iger Natronlauge aus dem Boden extrahierte und mit Salzsäure den sogenannten α -Humus ausflockte. Bei der Extraktion mit heißer Natronlauge und anschließender saurer Hydrolyse bzw. auch Desaminierung der Huminsäuren stellt er eine empfindliche Senkung der krümelbildenden Eigenschaften fest. Vermutlich werden durch die Extraktion bei Zimmertemperatur und unter gelinden Bedingungen mit den Huminsäuren gleichzeitig die fadenförmigen Moleküle der Uron-

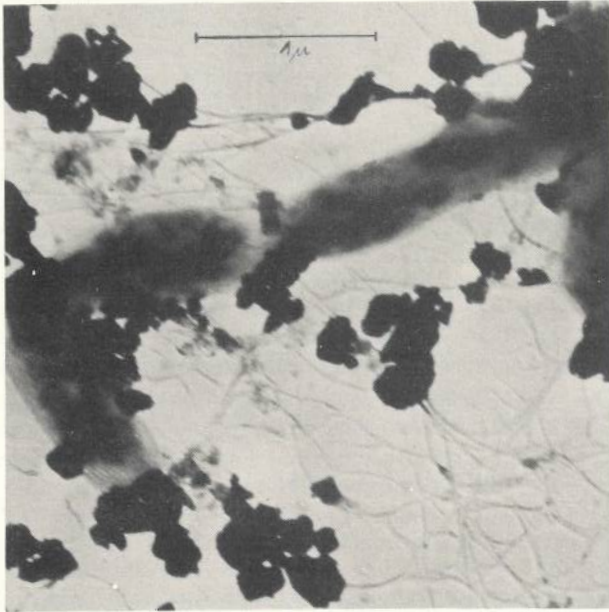


Abb. 3. In Wasser aufgeschwemmte Quarzkolloide nach Bakterieninfektion.

säuren unzerstört herausgelöst, auf die der krümelstabilisierende Effekt zurückgeführt werden kann.

Versuche mit Regenwurm Kot

Wie allgemein bekannt ist, bilden sich aus den Regenwurmexkrementen sehr stabile Krümel, die im Vergleich zum Ausgangsmaterial bis zu einer zehnfachen Tropfenmenge an Wasser benötigen, um zerstört zu werden. Wir haben nun frischen Regenwurm Kot mit Wasser aufgeschüttelt und die Suspension elektronenmikroskopisch untersucht. Der den Darmtraktus der Regenwürmer passierte, mineralische Anteil hat keine merkliche Veränderung erlitten, hingegen sind interessante Beobachtungen bei der Betrachtung der organischen Kolloide möglich, die sich im Regenwurm Kot befinden (Abb. 1).

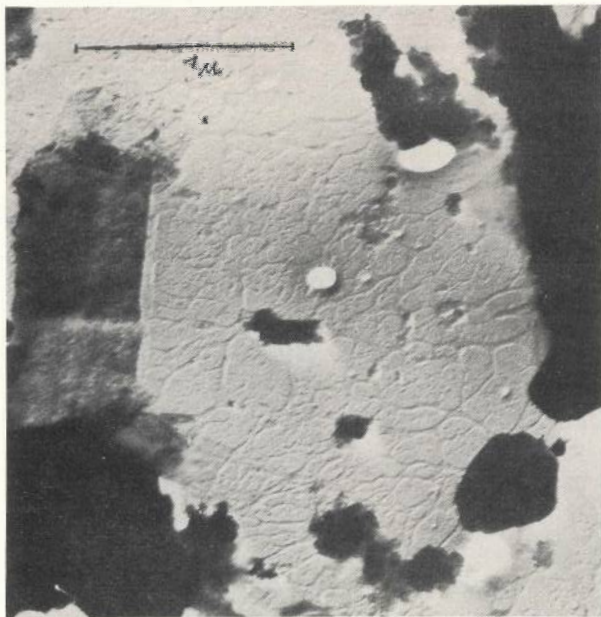


Abb. 4. Fadenförmige Kolloide im Kompost.

Im Gegensatz zu den kugelförmigen Kolloiden, die sich zu traubenförmigen Aggregaten zusammenlagern, vereinigen sich die fadenförmigen Kolloide zu netzförmigen Gebilden. Wie auf Abb. 1 zu erkennen ist, verlaufen die Fäden von einem zum anderen, in diesem Falle undurchstrahlbaren, Mineralteilchen und bewirken dadurch einen Zusammenhalt. Auf dieser Aufnahme ist noch ein ovales Gebilde zu sehen, das eine Hülle eines Bakteriums darstellt, dessen Inhalt im Darm verdaut wurde. Auf die Gegenwart dieser fadenförmigen Kolloide führen wir die beobachtete Krümelstabilität des Regenwurmkotes zurück. Die chemische Natur dieser Schleimschubstanzen ist noch nicht aufgeklärt, so daß über ihre Herkunft nichts ausgesagt werden kann. Es ist möglich, daß sie aus Ausscheidungen des Regenwurmdarmes bestehen oder aber sich aus Schleimschubstanzen der im Kot vorhandenen Mikroorganismen bilden.

Modelluntersuchungen

Zu diesem Problem haben wir einige Modelluntersuchungen durchgeführt.

So konnten wir feststellen, daß die Sorption von Goldkolloiden (kleine schwarze Punkte) an der Oberfläche meist nur bei den Bakterien stattfindet, von denen bekannt ist, daß sie Schleimstoffe, die aus fadenförmigen Kolloiden bestehen, ausscheiden (Abb. 2).

Bei einem weiteren Modellversuch wurden Quarzkörner so fein gemahlen, bis sie kolloidale Dimensionen besaßen.

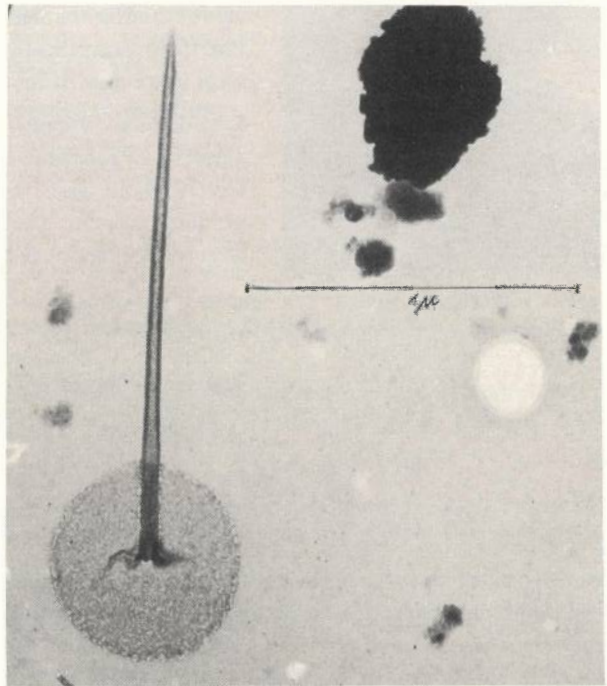


Abb. 5. Ein unbekannter „Bestandteil“ aus dem Regenwurm Kot.

Läßt man die in Wasser suspendierten Quarzkörner einige Zeit stehen, so siedeln sich in dieser Suspension Bakterien an. Bei der elektronenmikroskopischen Untersuchung dieses Objektes haben wir auch hier gefunden, daß die Quarzkörner durch die fadenförmigen

gen Moleküle der Schleimstoffe, die sich zu dickeren Fäden zusammenlagern und zum Teil eine Netzstruktur bilden, untereinander verknüpft werden. Auf der Abbildung 3 sind die Bakterien als lang-ovale Gebilde mit ihren dunklen Inhaltsstoffen zu sehen.

Kompostuntersuchungen

Bei der Zersetzung organischer Substanzen im Boden, wie bei der Bildung von Kompost, besteht die Möglichkeit, daß fadenförmige Kolloide als Polyuronide aus den Pflanzen gebildet bzw. durch Stoffwechselprodukte von Mikroorganismen erzeugt werden. Es war daher von Interesse, Mischungen von Boden und Pflanzenmassen, die sich in Zersetzung befinden, ebenfalls einer Untersuchung zu unterwerfen.

Außer den fadenförmigen Kolloiden, die sich wie ein Netzwerk zwischen den einzelnen mineralischen und anderen, zum Teil kugelförmigen, organischen Kolloiden durchziehen, befinden sich am linken Bildrand (Abb. 4) noch teils unzersetzte Anteile pflanzlicher Zellen. Diese Untersuchungen sollen zusammen mit dem Institut für Humuswirtschaft fortgesetzt werden

und können vielleicht einen Beitrag liefern zu dessen Forschung über die günstigen Ergebnisse der Wirkung des Kompostes auf Bodenstruktur und Pflanzenwachstum.

Der Kuriosität halber sei noch ein „Objekt“ angeführt, das im Regenwurm Kot laufend gefunden wird und dessen Größe unter der Auflösungsgrenze des Lichtmikroskops liegt (Abb. 5). Es besteht aus einem runden Gebilde, aus dem ein langer Spieß hervorragt, und dessen Zuordnung uns bisher nicht gelungen ist – wieder einmal ein Beweis dafür, daß durch Erhöhung des Sehvermögens durch das Elektronenmikroskop neue Erkenntnisse gewonnen werden können.

Die organischen Linearkolloide können von den Bakterien nicht nur erzeugt, sondern auch abgebaut werden. Die Untersuchungen geben weiterhin Veranlassung, die Bedeutung der laufenden Ergänzung der organischen Substanzen im Boden hervorzuheben, da nur auf diese Weise sich immer wieder neue Fadenskolloide bilden können, die für die Ausbildung der Krümelstruktur auf unseren Äckern eine so wichtige Rolle spielen.



Professor Dr.-Ing. Georg Segler

Ordinarius für Landmaschinen an der Technischen Hochschule Braunschweig, übernahm am 1. Juli 1952 kommissarisch die Leitung des Instituts für Landmaschinenforschung der FAL. Nach über dreijähriger Leitung des Instituts hat Professor Dr.-Ing. Segler am 1. Oktober 1955 das Institut abgegeben, um sich ganz den Aufgaben der Hochschule widmen zu können.

Kuratorium, Vorstand und Senat der Forschungsanstalt für Landwirtschaft sprechen Professor Dr.-Ing. Segler für seine erfolgreiche Tätigkeit ihren herzlichen Dank aus. Die FAL hofft, daß, gefördert durch die nachbarliche Verbindung mit der Technischen Hochschule Braunschweig, auch in Zukunft ein engerer Kontakt bestehen bleibt.

Als sein Nachfolger wurde

Dr.-Ing. Dieter Simons

zum Direktor des Instituts für Landmaschinenforschung ernannt. Dr. Simons, 1911 auf dem elterlichen landwirtschaftlichen Betrieb Berkum im Rheinland geboren, studierte nach einem landwirtschaftlichen Lehrjahr an den Technischen Hochschulen Darmstadt und Berlin-Charlottenburg Maschinenbau mit der Fachrichtung Landtechnik. Als Assistent von Professor Dr.-Ing. Vormfelde, Institut für Landmaschinen Bonn, arbeitete er vor dem Kriege besonders auf den Gebieten der Bodenbearbeitung und der Dreschtechnik. Nach der Rückkehr aus russischer Gefangenschaft 1949 gab ihm Professor Dr.-Ing. Dencker die Möglichkeit, seine Tätigkeit am Bonner Institut wieder aufzunehmen. Seine Hauptarbeitsgebiete waren die Mechanisierungsmöglichkeiten des Hackfruchtbaues und Fragen der Getreidetrocknung.

