

Bild 1. Durchschnittlicher Arbeitsaufwand für Handarbeit H und Zugkraft Z

Eurowa) aber auch die pferdebespannte PSN-6 und in einem Betrieb den Geräteträger „Maulwurf“ mit Zusatzstäuber. Das Spritzen wurde mit der bodenangetriebenen CL-300 und mit PSN-6 und in einem Falle auch mit dem Zapfwellengerät PSN-12 durchgeführt. Das Kohlgießen erfolgte nur in einem Betrieb mit dem Rücken-Gießgerät, die anderen benutzten ein Großgerät mit 4 bis 6 Gießleitungen.

Die Vielseitigkeit der Bekämpfungsmaßnahmen soll an einigen Beispielen aus dem Jahre 1952 gezeigt werden (Tafel 1).

Dieser gesamte Arbeitsaufwand wurde auf h/ha Ackerland umgerechnet. Das ergab folgende Zahlen:

	M	F	P	MPSH
Betrieb I . . . .	0,91	1,11	0,29	—
Betrieb II . . . .	1,90	4,53	0,63	5,59
Betrieb IV . . . .	1,64	2,43	0,82	6,43

Männer- und Frauenstunden ergaben zusammen die Handarbeitsstunden. Die MPSH wurden im Verhältnis 4 : 1 in Pferdeleistungsstunden oder Zugkraftbedarf umgerechnet. Eine Umrechnung von MPSH in Pferdeleistungsstunden ist unterschiedlich, weil sie sich nach Einsatzstunden und Leistungsaus-

nutzung richten. Da die MPSH zum großen Teil durch Transportfahrten (Wasser und Geräte fahren) entstanden sind, wurde das Verhältnis 4 : 1 angenommen.<sup>1)</sup> Dadurch ergeben sich folgende Vergleichszahlen:

	H	Z
Betrieb I . . . .	2,02 h	0,29 h/ha AL
Betrieb II . . . .	6,43 h	1,56 h/ha AL
Betrieb IV . . . .	4,07 h	1,88 h/ha AL

In der gleichen Weise wurden die in den 14 Betrieben durchgeführten Bekämpfungsmaßnahmen in den Jahren 1949 bis 1952 erfaßt, berechnet und zusammengestellt (Tafel 2).

Im Anschluß wurde für jeden einzelnen Betrieb der durchschnittliche Arbeitsaufwand für Handarbeit und Zugkraft errechnet. Bild 1 gibt darüber Aufschluß.

Es fällt sofort auf, daß die Betriebe II und XII den höchsten Aufwand zu verzeichnen hatten. Es sind recht intensive Betriebe mit starkem Gemüse- bzw. Blumenkohlanbau. Auch Betrieb V hatte einen erhöhten Handarbeitsaufwand, der besonders in einer größeren Obstanlage begründet liegt.

Der Arbeitsaufwand kommt in jedem Jahre ganz besonders für die Pflanzenschutzmaßnahmen unter neuen Bedingungen zustande. Er ist unterschiedlich in den verschiedenen Gebieten und Betriebsorganisationen. Trotzdem wurden die Durchschnittszahlen der untersuchten Betriebe, die auf Grund ihrer Betriebsorganisation und ihrer Lage im mitteldeutschen Raum als gleichwertig angesehen werden können, in Beziehung gesetzt. Aus den 54 Zahlen wurden folgende Durchschnitte errechnet:

als Handarbeit = 3,86 h und  
als Zugkraft = 1,14 h (Pferdeleistung) + 2,69 MPSH (1 : 4)  
ergibt = 1,81 h/ha Ackerland.

Diese Zahlen mögen gegenüber dem sonstigen Arbeitsaufwand für die einzelnen Kulturpflanzen gering erscheinen, und doch sind sie entscheidend für den Ertrag und damit den Erfolg der Arbeit. Gerade diese niedrigen Zahlen müßten uns verpflichten, die Maßnahmen für den Pflanzenschutz noch zu intensivieren, um die Erträge zu steigern.

A 1356

<sup>1)</sup> W. Lange: Der Arbeitsvorschlag in der Landwirtschaft. Verlag Max Niemeyer, Halle. Kühn-Archiv (1952) Bd. 85, S. 141.  
G. Blohm: Angewandte landwirtschaftliche Betriebslehre. Ulmer-Verlag, Stuttgart (1950) S. 321f.

## Wirksame und nachhaltige Untergrundlockerung durch Anwendung synthetischer Polyelektrolyte

Von Dr. H. J. FIEDLER und Dr. W. BERGMANN, Jena

DK 63.54:631.512:631.414.2

Das Problem der Untergrund-, Unterkrumen- und Pflugsohlenlockerung spielt in allen Gebieten mit schweren und feinerdereichen Böden eine nicht unbedeutende Rolle. Wie Untersuchungen von v. Nitzsch [1], Teipel [2] u. a. ergeben haben, sind Pflugsohlen und Allgemeinverdichtungen in Deutschland weitverbreitet; sie betragen etwa 60 bis 80%.

Diese Strukturschäden versucht man bisher vorwiegend durch mechanische Lockerung zu beseitigen. Wenn die dadurch erzielten Erfolge auch deutlich sichtbar sind (teilweise 10 bis 25% der Ertragssteigerung), so können sie doch auf die Dauer nicht befriedigen, da eine Bodendurchlüftung durch mechanische Bearbeitung allein meist nicht allzu lange wirksam ist [3]. Die ständig zu wiederholende Auflockerung der zu Verdichtungen neigenden Böden erfordert außerdem einen großen Arbeits- und Materialaufwand.

Es ist daher dringend erforderlich, neue Wege zu beschreiten, die es ermöglichen, eine einmal erzeugte lockere Bodenstruktur über längere Zeit hinweg zu erhalten. Dazu ist es notwendig, die Ursachen kennenzulernen, die zu den verschiedenen Verdichtungen führen.

Als Hauptursache der Verdichtungen werden häufig mechanische Einwirkungen, vor allem das Pflügen sowie der mechanische Druck der verschiedensten Ackergeräte angesehen. Die dadurch erzeugten Porenvolumenverluste können jedoch nicht das Entscheidende für eine sichtbare Ertragsminderung sein [4], denn eine merkliche Beeinflussung des Wurzelwachstums und damit Verringerung der Ernte-

erträge findet erst bei größeren Verdichtungen statt, so daß z. B. ein Porenvolumenverlust von 3 bis 8% in der Pflugsohle und die dadurch bedingte Erhöhung des mechanischen Widerstandes nicht als Ursache einer Hemmung des Wurzelwachstums angesehen werden kann [5]. Die Ursache ist vielmehr folgende: Durch Pflügen oder Überfahren schweren und vor allem zu nassen Bodens wird eine nur wenige Millimeter dicke Schicht „zementartig“ verschmiert. Dieser „Zementfilm“, der bei Stechzylinderproben zahlenmäßig in keiner Weise erfaßt werden kann, beeinflußt während der Vegetationszeit ohne Zweifel sehr erheblich die Wasser- und Luftführung, besonders nach reichlichen Niederschlägen, und damit das Wurzelwachstum.

Auch bei einem frisch gepflügten Boden ohne Pflugsohlenverdichtung greift die verschlammende Wirkung des Wassers sowohl an der Oberfläche als auch an der Grenze zwischen bearbeiteter Krume und Untergrund an, so daß ähnliche Wasser- und Luftführung hemmende Grenzschichten ausgebildet werden. Es erscheint zwar merkwürdig, daß auch in einem „normalen“ Profil an der Pflugsohle eine Verdichtungszone entstehen kann; man muß jedoch beachten, daß zur Zeit der Schneesmelze und starker Regenfälle eine vorübergehende Stauung des Wassers in dieser Zone einsetzt, die in der unterschiedlichen Wasserdurchlässigkeit der beiden Profileile (unterschiedliche Kapillarsysteme) ihre Ursache hat. Ein Boden, der sich durch Krümelfähigkeit und -beständigkeit auszeichnet, zeigt nach solcher Periode keine wesentlichen Veränderungen. Sind die Bodenkrümel jedoch

nicht wasserbeständig, so zerfallen sie während dieser Zeit und führen zu einer Bodenverdichtung an der Furchensohle. Die unterste Zone, die der größten Belastung durch den darüber befindlichen Boden ausgesetzt ist, weist dann die größte Verdichtung auf. Mit der Zeit greift die Verdichtung zwangsläufig von unten nach oben immer weiter um sich. Selbstverständlich kann ein solcher Prozeß z. B. durch zu nasses Pflügen und die damit verbundene Ausbildung einer verschmierten Pflugschleife noch unterstützt werden. Es handelt sich hier aber, wie nochmals betont sei, um einen normalen Vorgang bei Böden, die keine wasserstabilen Krümel besitzen [6]. Diese Bodenverdichtungen können sich primär selbstverständlich nicht in Ton-, Humus- oder Nährstoffanreicherungen sowie Abweichungen des pH-Wertes äußern, weshalb auch in dieser Richtung angestellte Untersuchungen meist ergebnislos verliefen.

Wie die obigen Ausführungen zeigen, ist der ungare Zustand des Bodens die wesentliche Ursache, die zu einer Bodenverdichtung führt. Die Beseitigung einer Verdichtung durch mechanische Einwirkungen ist daher auf die Dauer nur erfolgreich, wenn gleichzeitig der gelockerte Boden in einen stabilen Krümelzustand gebracht wird. Wie v. Nitzsch [1] zeigen konnte, eignet sich hierzu unter anderem die Phosphorsäure, wie überhaupt mehrwertige Anionen (Humate, Phosphate, Karbonate) besonders günstig wirken [7]. v. Nitzsch vertritt sogar die Meinung, daß das starke Auftreten von Verdichtungen in Zusammenhang steht mit der bekanntlich sehr verbreiteten Phosphorsäurearmut unserer Kulturböden und besonders des Untergrundes.

In neuester Zeit ist nun der Landwirtschaft durch die Entdeckung der krümelstabilisierenden Wirkung synthetischer Polyelektrolyte ein neues, erfolgversprechendes Mittel zur Verminderung der Bodenverdichtung in die Hand gegeben worden. Wie wir bereits an anderer Stelle berichteten [8], wurden diese Mittel bisher jedoch nur zur Verhinderung der Bodenerosion sowie zur Erleichterung der Bestellung und Erntearbeiten auf schweren und schwersten Lehm- und Tonböden angewandt.

In einem Modellversuch mit in der Deutschen Demokratischen Republik hergestellten synthetischen Polyelektrolyten konnten wir die krümelstabilisierende Wirkung derartiger Substanzen eindeutig nachweisen. Zu diesem Zweck wurde Montmorillonit mit Salzen und Na-NH<sub>4</sub>-Polyacrylat vermischt und in feuchtem Zustand zu Krümel von etwa 5 mm Dmr. geformt. Die Krümel wurden einer leichten Trocknung unterzogen und anschließend zu je zehn in eine mit Wasser gefüllte Glasschale vorsichtig eingebracht. Die Schalen wurden anschließend maschinell geschüttelt und nach verschiedenen Zeitschnitten photographiert.

#### Einfluß synthetischer Polyelektrolyte auf die Krümelstabilität

Bild 1 zeigt eindeutig, daß Na-NH<sub>4</sub>-Polyacrylat die Krümel nachhaltig gegenüber einer Zerstörung durch Wasser stabilisiert. Selbst nach dreiwöchigem Stehen hatten die mit Polyelektrolyten behandelten Krümel noch das gleiche Aussehen wie nach 420 min. Außerdem zeigt der Versuch, daß zweiwertige Ionen allein zur Krümelstabilisierung nicht befähigt sind.

Da diese und ähnliche Substanzen nach Angaben amerikanischer Autoren [9], [10] gegen einen Abbau durch Mikroorganismen widerstandsfähig sind, erscheinen sie bestens geeignet, die durch eine mechanische Untergrundlockerung erzielten Strukturverbesserungen über lange Zeit zu erhalten. Die Verwendung synthetischer Polyelektrolyte

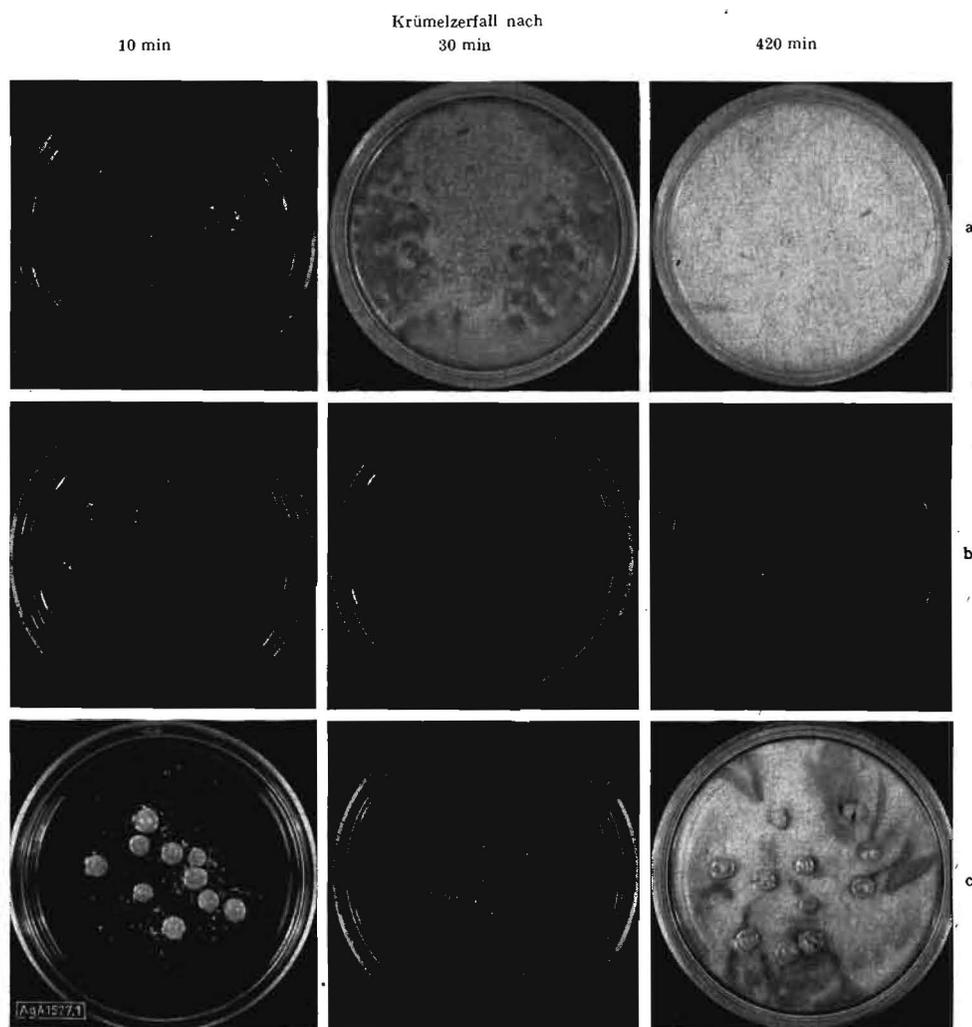


Bild 1. Zusammensetzung der Krümel  
a Montmorillonit, b Montmorillonit + BaCl<sub>2</sub>, c Montmorillonit + BaCl<sub>2</sub> + Polyelektrolyte

zur Erhaltung der Krümelstruktur des Bodens wird von uns zur Zeit in Freilandversuchen eingehend untersucht.

Wir möchten unsere Ausführungen dahingehend zusammenfassen, daß die Methode der mechanischen Untergrundlockerung allein auf lange Sicht gesehen ungeeignet ist, die Bodenverdichtungen zu bekämpfen. Vielmehr muß der Versorgung des Bodens mit polyvalenten Anionen, die für die Erzeugung wasserstabiler Krümel ausschlaggebend sind, erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt werden. Daher dürften sich für synthetische organische Polyanionen auch auf diesem Gebiet weite Anwendungsmöglichkeiten bieten.

A 1577

#### Literatur

- [1] v. Nitzsch: Die Wirkung der Phosphorsäure auf verschiedene Struktureigenschaften des Bodens. Die Phosphorsäure (1940) Bd. 8/9, S. 422.
- [2] Teipel: Das Ausmaß der Strukturschäden auf verschiedenen Böden Thüringens, untersucht an 140 Profilen. Dissertation, Jena 1952.
- [3] Petersen: Relations of soil air to roots as a factor in plant growth. Soil Science 70 (1950) S. 175 bis 186.
- [4] Frühstorfer: Woher kommen die beinigen Zuckerrüben? Mitt. d. DLG, Ausg. B, Jg. 68 (1953), H. 15.
- [5] Bergmann: Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß von Umweltfaktoren auf das Wurzelwachstum von Gramineen. Dissertation, Jena 1953.
- [6] Sekera und Brunner: Beiträge zur Methodik der Gareforschung. Bodenkunde (1943) Bd. 74, S. 169.
- [7] Mitscherlich: Bodenkunde. Halle 1950, S. 47.
- [8] Fiedler und Bergmann: Synthetische Polyelektrolyte als Bodenverbesserungsmittel. Die Deutsche Landwirtschaft (1954) H. 2 und 3.
- [9] Hedrick and Mowry: Effect of synthetic polyelectrolytes on aggregation, aeration, and water relationships of soil. Soil Science, Vol. 73 June 1952, S. 427.
- [10] Quastel: „Krilium“ and synthetic soil conditioners. Nature, Vol. 171 (1953) Nr. 4340.