

ENCYCLOPAEDIA CINEMATOGRAPHICA

Editor: G. WOLF

E 325/1960

Bodenstrukturbildung durch Frost (Modellversuche) Kreideton

Mit 2 Abbildungen

GÖTTINGEN 1962

INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM

Der Film ist ein Forschungsdokument und wurde zur Auswertung in Forschung und Hochschulunterricht veröffentlicht
Länge der Kopie (16-mm-Stummfilm, schwarz-weiß): 30 m
Vorführdauer: 3 Min. --- Vorführgeschwindigkeit: 24 B/s

Der Film wurde im Jahre 1956 aufgenommen durch
das Institut für den Wissenschaftlichen Film, Göttingen
(Direktor: Dr.-Ing. G. WOLF)

Sachbearbeitung: Obering. H. SCHLADERBUSCH

Aufnahme: K. PHILIPP

Wissenschaftliche Leitung: Dr. W. CZERATZKI
Institut für Bodenbearbeitung der Forschungsanstalt für
Landwirtschaft, Braunschweig-Völkenrode

Bodenstrukturbildung durch Frost (Modellversuche)

Kreideton

Filmbeschreibung von Dr. W. CZERATZKI, Braunschweig-Völkenrode

In starker Zeitraffung zeigt der Film den Blick auf eine Seitenfläche der im Kühlschrank von oben her abkühlenden und dabei gefrierenden Bodenprobe.

I. Allgemeine Vorbemerkungen

Die Bedeutung der Bodenstruktur für die Entwicklung des Bodens, seine ackerbaulichen Eigenschaften, das Wachstum von Pflanzen und Bodenorganismen sowie für viele Probleme des Erdbaus läßt die Frage nach den Ursachen und Vorgängen bei der Strukturbildung besonders wichtig erscheinen. Deshalb haben die Wirkungen des Frostes auf den Boden, die in dieser Hinsicht von entscheidender Bedeutung sind, seit jeher die Aufmerksamkeit der Forschung auf sich gelenkt. Für die Behandlung dieses Problems spielt aber nicht nur das wissenschaftliche Interesse eine Rolle, sondern auch die wirtschaftlichen Schäden, die Jahr für Jahr durch den Bodenfrost verursacht werden. Hiervon werden sehr verschiedene Gebiete der Wirtschaft oft schwerwiegend betroffen.

Während die Wirkungen des Frostes auf die Bodenstruktur sowie die Erscheinungsformen der Froststruktur in zahlreichen Arbeiten beschrieben sind, liegen keine Direktbeobachtungen über die Vorgänge beim Gefrieren des Bodens vor. Bei geeigneter Versuchsanstellung läßt sich zwar das Vordringen des Frostes im Boden durch photographische Reihenaufnahmen gut verfolgen, doch bringt dieses Verfahren die Wachstumsdynamik der Froststruktur nur bedingt zur Anschauung, weil Reihenbilder den Ablauf eines Vorganges zwar speichern können, jedoch keine Wiedergabe in Form eines Bewegungsvorganges gestatten.

Diese Möglichkeit ergibt sich erst dann, wenn der Vorgang mit einem der üblichen kinematographischen Verfahren aufgenommen und im Laufbild mit 24 B/s betrachtet werden kann. Neben der Auswertung durch Betrachtung des Laufbildes können darüber hinaus die Aufnahmen mit einem der gebräuchlichen kinematographischen Meßverfahren ausgewertet werden.

Die Darstellung der Bodenstrukturbildung durch Frostwirkung erstreckt sich in den folgenden Untersuchungen auf Vorgänge, deren Dimensionen auch dem unbewaffneten Auge zugänglich sind. Vorausgesetzt wird ferner, daß eine homogene, kohärente Bodenstruktur vorliegt.

Beim Abkühlen eines wassergesättigten Bodens unter 0°C und der damit verbundenen Umwandlung von Wasser in Eis spielen sich zwei Vorgänge ab, die je nach Bodenart und Gefrierbedingungen stark variieren können:

1. Die Bewegung des Bodenwassers zum eindringenden Frost hin.
2. Die Einlagerung dieses Wassers als Eislinsen in intermittierenden Schichten im Boden, wodurch eine „heterogene Froststruktur“ entsteht.

In den feinsand- und schluffhaltigen Böden mit guter Kapillarität bildet sich die heterogene Froststruktur vorwiegend horizontalschichtig, in den tonhaltigen Böden dagegen infolge der Entwässerung und Schrumpfung des Tones während des Gefrierens polygonal aus. Da jeder Boden ohne makroskopisch sichtbare Gliederung zu „homogener Froststruktur“ erstarrt, wenn sein Wassergehalt unter eine von Bodenart und Gefriertemperatur abhängige Grenze sinkt, so ist ein genügender Vorrat oder ein ausreichender Nachschub von leicht beweglichem Wasser die wichtigste Voraussetzung für eine kräftige Ausbildung der heterogenen Froststruktur.

Diese Zusammenhänge mußten bei der Versuchsanordnung für die Filmaufnahmen berücksichtigt werden, wenn die Vorgänge beim Gefrieren möglichst naturgetreu und deutlich gezeigt werden sollten. Am besten geeignet schien eine Anordnung, bei welcher der Bodenfrost von oben in den Boden eindringt und der Boden während des Gefrierens wahlweise mit einem künstlichen Grundwasserhorizont in Verbindung steht oder nicht. Um diese Bedingungen zu erfüllen, wurden die Versuchsböden so in einen Kühltank eingebracht, daß ihre Oberseite direkten Kontakt zum Gefrieraggregat hatte und ihre Unterseite je nach der gewählten Gefrierbedingung über eine Filterplatte aus keramischem Material mit freiem Wasser in Verbindung stehen konnte. Zum Ausgleich der Bodenhebung war die Verdampfplatte des Gefrieraggregats beweg-

lich aufgehängt. Der Abstand des oberen Bildrandes vom Gefrieraggregat des Eisschranks betrug 2 cm. Der Kühlschrank wurde so eingestellt, daß die angegebene Gefrieretemperatur an der Kontaktfläche des Bodens zum Gefrieraggregat auftrat.

Der Versuchsboden wurde auf eine Größe von < 2 mm gesiebt, mit so viel Wasser angesetzt, daß er eine gute Verformbarkeit erhielt, und zu einem Kloß von 10 cm Höhe und 10 cm Durchmesser geknetet. Der Wassergehalt war so gewählt, daß genügend freies Wasser für eine kräftige Eislinnenbildung im Boden vorhanden war. An der Vorderseite jeder Probe wurde eine senkrechte Fläche angeschnitten, an der die Bildung der Froststruktur beobachtet werden konnte. Die Aufnahme-frequenz betrug 1 B/Min. Das Kameraobjekt wurde durch ein Loch in der Tür des Kühlschranks auf die Sichtfläche gerichtet und so eingestellt, daß es ein Bildfeld von $3,4 \times 4,6$ cm erfaßte.

Der Versuchsboden entstammt einer Ackerkrume auf unterem Kreide-ton und hatte folgende Korngrößenzusammensetzung:

	Korngröße mm	Gehalt %
Grobsand	2,0 — 0,2	7,7
Feinsand	0,2 — 0,02	29,2
Schluff	0,02 — 0,002	37,4
Ton	0,002	25,7
Ansetzwassergehalt:		35 Gew. %

II. Filminhalt

Temperatur $-1^{\circ} C$ bis $-1,5^{\circ} C$ ¹⁾

Bildfeld $3,4 \times 4,6$ cm

Der Filmanfang zeigt eine glatte Fläche ohne Struktur, an deren oberem Rand drei senkrechte Eislinnen entstehen. Ihre Bildungsgeschwindigkeit ist ziemlich groß, so daß sie bald die Bildmitte erreichen. Während ihres Wachstums verdicken sich die Eislinnen kräftig und bilden ungefähr in Bildmitte nach links und rechts waagerechte Verzweigungen, die auf der rechten Bildseite zu einem fast durchgehenden Bogen zusammenwachsen. Von der Bildmitte ab verlangsamt sich die senkrechte Eisschichtenbildung sehr stark und kommt vor dem unteren Bildrand fast zum Stillstand. Am Ende des Films zeigt die Sichtfläche grobe,

¹⁾ Die *Kursiv*-Überschriften entsprechen den Zwischentiteln im Film.

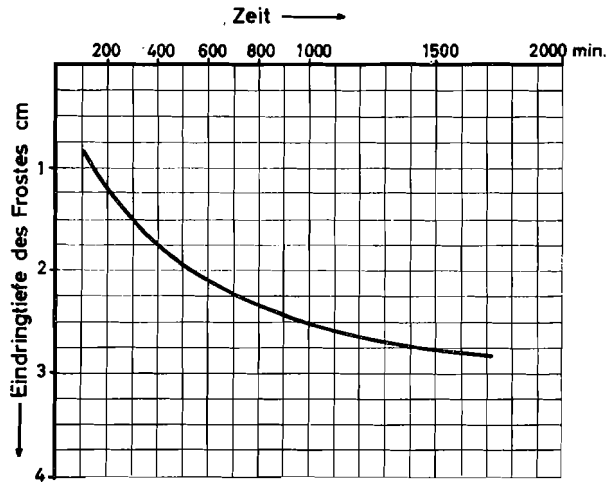


Abb. 1. Eindringen der Frostgrenze in den Boden

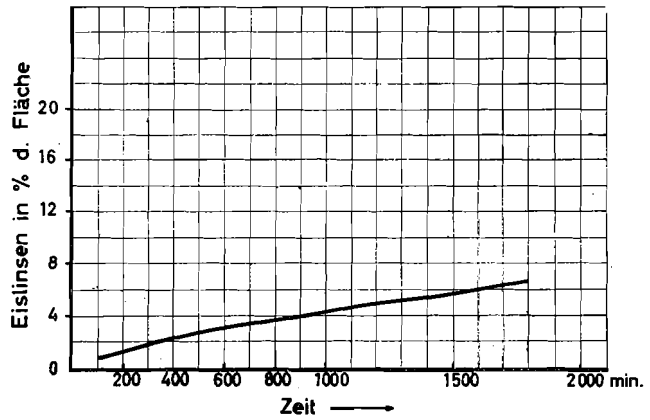


Abb. 2. Zunahme der von Eislinsen bedeckten Teile

polygonale und z. T. offene Strukturformen, die durch dicke Eisschichten begrenzt sind. Diese Eisschichten sind bei ihrer Entstehung strichförmig, verdicken sich dann aber mehr und mehr. Sie wachsen selbst dann noch, wenn der Frostvorgang die betreffende Stelle bereits passiert hat. An den Lichtreflexen läßt sich die faserige Struktur des Schichteneises erkennen.

Temperatur —1° C bis —1,5° C

Bildfeld 2,3 × 3,2 cm

Eine weitere Aufnahme wurde mit demselben Boden bei einer Bildfläche von 2,3 × 3,2 cm durchgeführt. Auch hier entstehen an der glatten, strukturlosen Fläche vom oberen Bildrand her zuerst drei schräge, ab Bildmitte senkrechte Eisschichten, die sich schnell über das Bildfeld ausbreiten. Durch Verzweigung und horizontale Neubildung werden die drei schräglaufenden Eisschichten miteinander verbunden, so daß am Filmende eine grobe, polygonale Froststruktur die Fläche bedeckt. Bei dieser Aufnahme sind die Verdickung der Eisschichten und die faserige Struktur des Schichteneises besonders deutlich zu sehen. Der Verdickungsvorgang findet noch lange Zeit nach dem Durchgang der Frostfront statt und zeigt, daß im Boden bei diesem Gefrierzustand noch Wasser zu den Eislinen wandern kann.

Beim ersten Filmteil wurden nach Schluß der Aufnahme Wassergehaltsbestimmungen¹⁾ durchgeführt. Sie ergaben folgende Werte:

Oberer Bildrand bis Bildmitte:	36,3 Gew. %
Bildmitte bis unterer Bildrand:	36,1 Gew. %
Ansetzwassergehalt:	35,0 Gew. %

Für den ersten Filmteil wurde eine graphische Auswertung vorgenommen. In Abb. 1 ist das Eindringen des Frostes in Abhängigkeit von der Zeit, in Abb. 2 die Zunahme der Eislinen in Prozenten der Bildfläche aufgetragen.

Literatur

- [1] CZERATZKI, W., Zur Wirkung des Frostes auf die Struktur des Bodens. Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenk. **72** (1956), H. 1, S. 15—32.
- [2] CZERATZKI, W. u. H. FRESE, Kinematographische Untersuchungen zur Strukturbildung. VI. Congrès Int. de la Science du Sol, Paris 1956.
- [3] FRESE, H., Zur Bildung von Makro-Gefüge-Typen im Ackerboden durch atmosphärische Einflüsse. Tagungsber. Nr. 13, Dtsch. Akad. d. Landw. Wissensch., Berlin 1958.

¹⁾ Der Wassergehalt ist im folgenden in Prozenten des Bodentrockengewichtes angegeben.