

# ENCYCLOPAEDIA CINEMATOGRAPHICA

Editor: G. WOLF

---

*E 102/1956*

**Bodenstruktur — Regenwirkung**  
**Drehstrahlregner — 14-mm-Düse — 3,8 atü**  
**Sandig-toniger Lehm**

Mit 2 Abbildungen

GÖTTINGEN 1959

---

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): 72 m  
Vorfuhrdauer: 6 $\frac{1}{2}$  Min. — Vorfuhrgeschwindigkeit: 24 B/s

Die Herstellung des Films erfolgte im Jahre 1951 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  
(Direktor: Prof. Dr. H. FRESE)

# **Bodenstruktur — Regenwirkung**

**Drehstrahlregner — 14-mm-Düse — 3,8 atü**

**Sandig-toniger Lehm**

Filmbeschreibung von Dr. W. CZERATZKI, Braunschweig-Völkenrode

## **I. Allgemeine Vorbemerkungen**

In den letzten Jahrzehnten hat die künstliche Beregnung in zunehmendem Maße Eingang in die Landwirtschaft gefunden, wo sie in erster Linie die Aufgabe hat, in kritischen Witterungsperioden den natürlichen Wasservorrat des Bodens durch künstliche Wasserzufuhr zu ergänzen und den Pflanzen ein ausreichendes Wasserangebot sicherzustellen. Diese Aufgabe ist aber von der Feldberegnung erst dann als erfüllt anzusehen, wenn die Bodenwasserergänzung keine Veränderungen der Bodenstruktur zur Folge hat, die das Pflanzenwachstum schädigen könnten. Solche möglichen Nachteile der Feldberegnung müssen deshalb durch geeignete Beregnungsmethoden vermieden werden.

Die Vorgänge an der Bodenoberfläche während des Regens und die damit verbundenen Veränderungen der Bodenstruktur waren seit jeher für den Ackerbau und die Bodenkunde von größtem Interesse. Sie waren deshalb Gegenstand vieler Untersuchungen. Allerdings bieten solche Untersuchungen infolge der beim Tropfenfall rasch ablaufenden Vorgänge erhebliche Schwierigkeiten, so daß die Erscheinungen an der Bodenoberfläche bisher noch nicht in allen Einzelheiten erfaßt werden konnten. Zur Überwindung dieser Schwierigkeiten schienen forschungskinetographische Untersuchungsmethoden besonders geeignet.

Die für landwirtschaftliche Zwecke verwendeten Beregnungsgeräte spenden das Wasser unter Druck in einem kontinuierlichen Wasserstrahl, der sich in der Luft unter dem Einfluß der Strahlgeschwindigkeit, des Luftwiderstandes sowie der Schwerkraft in Wassertropfen verschiedener Größen auflöst. Bevor das so gespendete Wasser die Wurzelzone erreicht, fällt es als regenähnlicher Niederschlag auf die Bodenoberfläche, wo es seine Fallenergie abgibt und in den Boden versickert. Bei diesem Vorgang besteht die Gefahr, daß durch das auf den Boden auftreffende Wasser die Bodenstruktur mehr oder weniger zerstört und das Pflanzenwachstum geschädigt wird. Dies ist besonders dann zu erwarten, wenn

die Beregnung auf Flächen eingesetzt werden muß, die noch nicht durch eine Pflanzendecke geschützt sind. Unter diesen Bedingungen kann der Tropfenfall zur Verschlammung und künstlichen Bodenerosion führen.

Aus diesen Gründen war es notwendig, die Voraussetzungen für eine schonende Beregnung zu untersuchen und die augenblicklich verwendeten Beregnungsverfahren in dieser Richtung zu überprüfen. Darüber hinaus sollten diese Untersuchungen zur Klärung der Vorgänge beitragen, die sich bei der Einwirkung des Naturregens auf den Boden sowie bei der Wassererosion abspielen.

Für die Vorgänge an der Bodenoberfläche haben sowohl die Eigenschaften des Niederschlags als auch die Eigenschaften des betreffenden Bodens eine ausschlaggebende Bedeutung. Dazu gehören unter anderem Bodenart, Humusgehalt, Krümelungszustand, Permeabilität für Wasser usw. Die große Zahl der beteiligten Faktoren zwang deshalb zu einer Beschränkung der Untersuchungen auf die in der Beregnungspraxis am häufigsten vorkommenden Bodenarten und Beregnungsverfahren. Ausgewählt wurden zwei Bodenarten, ein sandig-toniger Lehmboden und ein humoser Sandboden, und zwei verschiedene Regner:

ein Drehstrahlregner mit 20-mm-Düse mit möglichst groben Tropfen,

ein Drehstrahlregner mit 14-mm-Düse mit möglichst feinen Tropfen.

Bei der Beregnung mit Drehstrahlregnern dreht sich der Regner gleichmäßig im Kreise und benetzt eine bestimmte Bodenfläche mit periodisch wiederkehrenden kurzen Schauern, die durch längere Pausen unterbrochen sind. Dieser Arbeitsweise des Regners wurde durch eine Aufnahmeanordnung Rechnung getragen, bei der die Kamera unter einem Winkel von ungefähr  $70^\circ$  auf die Versuchsfläche eingerichtet und jeder zweite Schauer des Regners gefilmt wurde. Das aufgenommene Bildfeld von  $9,5 \times 13$  cm gestattete, auch das Verhalten des feingekrümelten Bodenmaterials zu verfolgen.

Der schnelle Ablauf der Vorgänge beim Auftreffen von Regentropfen auf den Boden machte eine Dehnung des Zeitablaufes notwendig. Hierfür erwies sich eine dreifache Zeitdehnung mit einer Aufnahmefrequenz von 75 B/s als ausreichend. In dieser Weise wurde der Beregnungsvorgang bis zu einer Niederschlagshöhe von insgesamt 15 mm gefilmt. Nach jedem Schauer wurde der gefallene Niederschlag durch mehrere Regenmessungen in unmittelbarer Nähe der Beregnungsfläche gemessen. Die Abbildung 2 zeigt die Anordnung von Kamera und Drehstrahlregner. Unter der Plane befindet sich die Filmkamera mit ihrem Antriebsaggregat. Die Beregnung wurde mit einem Drehstrahlregner mit 14-mm-Düse und einem Betriebsdruck von 3,8 atü durchgeführt.



Abb. 1. Anordnung von Kamera und Drehstrahlregner

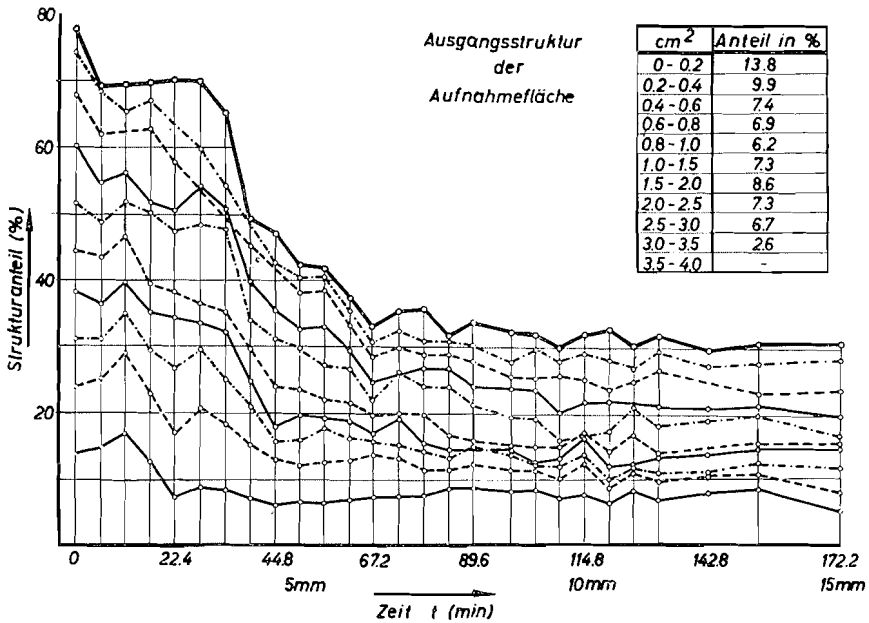


Abb. 2. Strukturanteil abhängig von Berechnungszeit

Der Versuchsboden, ein sandig-toniger Lehmboden, aus der Gegend um Hannover hatte folgende Korngrößenzusammensetzung:

	Korngröße mm	Gehalt %
Grobsand	2 — 0,2	32,7
Feinsand	0,2 — 0,02	33,9
Schluff	0,02 — 0,002	15,9
Ton	<0,002	17,5

Dieser Boden wurde auf der Aufnahme­fläche so hergerichtet, daß sein Zustand ungefähr dem eines frisch gehackten bzw. geeg­gten Ackerbodens entsprach. Hierzu wurde der natürlich gelagerte Boden 5 cm stark abgehoben, zerbröckelt und auf derselben Stelle gleichmäßig wieder ausgebreitet. Bei der sonnigen warmen Witterung während des Versuches wurde der gekrümelte Boden schnell lufttrocken.

Der Abstand zwischen Regner und Kamera betrug 25 m. Für die vorgesehene Niederschlagshöhe von 15 mm wurden 63 Regnerumläufe benötigt, die Versuchsdauer betrug 125 min. Das Wetter war zuerst sonnig, später traten Schleierwolken auf. Die Lufttemperatur lag während des Versuches zwischen 24° und 27° C, die Luftfeuchtigkeit betrug 60 bis 70%. Die Windgeschwindigkeit wurde zu Beginn des Versuches mit 1 bis 2 m/s, später mit 3 bis 4 m/s gemessen.

Für die zahlenmäßige Erfassung der Krümelzerstörung durch den Tropfenfall wurden Einzelbilder ausgewertet. Für diese Auswertung wurden die Krümel in bestimmte Größenklassen eingeteilt, die von jeder Größenklasse bedeckte Fläche planimetrisch ausgemessen und in Prozenten der gesamten Bildfläche berechnet. Bei einer graphischen Darstellung dieser Werte ergibt sich für jede Krümelgröße eine Kurve, aus welcher der zeitliche und damit auch der von der Niederschlagsmenge abhängige Verlauf der Krümelzerstörung abgelesen werden kann.

Der Verlauf der Krümelzerstörung durch die Beregnung mit der 14-mm-Düse ist in Abb. 2 dargestellt. Die von unterscheidbaren Krümel­n bedeckte Bildoberfläche ist mit „Strukturanteil“ bezeichnet und über der Beregnungszeit bzw. dem Niederschlag aufgetragen. Die Kurven für die einzelnen Krümelgrößen wurden in der Form von Summenkurven dargestellt. Die obere stark ausgezogene Linie stellt den Strukturanteil dar, der sich aus der Summe aller Krümelgrößen ergibt. Aus der Darstellung ist ersichtlich, daß die Bodenoberfläche zu Beginn des Versuches zu rund 80% mit unterscheidbaren Krümel­n bedeckt war. Schon nach den ersten Schauern vermindert sich dieser Anteil auf 70%, bleibt

dann aber bis zu einer Niederschlagshöhe von ungefähr 3 mm konstant. Bis zu einer Niederschlagshöhe von 7 mm oder einer Versuchsdauer von 67,2 Min. setzt ein steiler Abfall ein. Danach bleibt der Strukturanteil bis zum Ende des Versuches ziemlich gleich. Am Ende des Versuches beträgt er noch rund 30%. Allerdings sind dann keine Einzelkrümel mehr vorhanden, sondern nur noch Krümelreste, die als Erhebungen aus dem verschlammten Bodenmaterial herausragen. Aus dem fast stetigen Verlauf der Kurve ergibt sich, daß der Begriff „Verschlammung“ im landwirtschaftlich praktischen Sinne offensichtlich an keiner Unstetigkeit des Kurvenverlaufes festgestellt werden kann, und daher auch keinen exakt erfaßbaren Zustand darstellt. Zwischen der offenen Oberfläche zu Beginn des Versuches und der verschlammten Bodenoberfläche an dessen Ende sind alle Übergänge möglich. Um jedoch eine gewisse Definition für die Verschlammung des Bodens durch einen Regner zu erhalten, wurde ein Strukturanteil festgelegt, bei dem im landwirtschaftlichen Sinne ein Boden als verschlammte zu beurteilen ist. Dieser Strukturanteil liegt etwa bei 40% der Gesamtfläche und wird im vorliegenden Versuch bereits nach 6 mm Niederschlag bzw. 56 Min. Versuchszeit erreicht.

Die Krümelzerstörung durch den Tropfenfall ist von der Energie der fallenden Wassertropfen abhängig. Deshalb wurde neben diesen Filmaufnahmen die Zusammensetzung des Tropfengemisches sowie die Geschwindigkeit der Tropfen am Kamerastandort festgestellt und die kinetische Energie errechnet. Diese betrug für 15 mm Niederschlag  $331 \cdot 10^3 \text{ erg/cm}^2$ .

## II. Filminhalt

Bis zum dritten Schauer im Film (5. Schauer der Beregnung) findet im wesentlichen Befeuchtung der Krümel statt. Vereinzelt ist jedoch auch ein Transport der Krümel durch die Wucht der Wassertropfen sowie Absprengen von hervorstehenden Kanten und Ecken der Krümel zu beobachten. Die Krümeloberfläche wird nur wenig eingeebnet und die auftreffenden Wassertropfen verhältnismäßig rasch aufgesaugt. Vom vierten Schauer ab reicht die Aufnahmefähigkeit des Bodens jedoch nicht mehr aus, um die auftreffenden Tropfen sofort aufzunehmen. Die Krümel erhalten Wasserglanz, ihre Oberflächen werden stärker abgespült, und es zeigt sich beginnende Verschlammung. Dieser Vorgang verstärkt sich von Schauer zu Schauer, bis schließlich beim 8. Schauer die Bodenoberfläche völlig verschlossen ist und sich schon zu Beginn des Schauers Wasseransammlungen bilden. Beim 12. Schauer des Filmes (23. der Beregnung) ist die Verschlammung im landwirtschaft-

lichen Sinne erreicht. Bei jedem Schauer entstehen mehr oder weniger starke Wasseransammlungen an der Oberfläche. Sie bilden zusammen mit dem abgewaschenen Bodenmaterial eine Suspension, die durch die aufprallenden Wassertropfen in ständiger Bewegung gehalten wird. Nach dem Durchgang des Schauers kommt diese Suspension zur Ruhe und sedimentiert, wobei sich erst die größeren Bodenteilchen absetzen, später auch die feineren Partikelchen sowie die Humusbestandteile folgen. Nach dem Versickern des Regenwassers bleibt eine „geschlossene Oberfläche“ zurück, aus der die Reste der großen Krümel als höckerförmige Erhebungen herausragen. Dazwischen liegt das abgeschlammte Bodenmaterial, das nesterweise in grobe und feine Körner sortiert ist.