

Verfahren und Gerät zur Messung von Regentropfen und Schneeflocken

TH. OEHLER

Das im folgenden behandelte Meßverfahren wurde für die Zwecke der Feld-, Garten- und Gewächshausberegnung entwickelt. Das Ziel war, ein auch von ungelerten Kräften jederzeit an beliebigem Ort verwendbares Gerät zu erhalten, das erlaubte, Tropfen und Tröpfchen jeder Größe in einer Form festzuhalten, welche eine Auswertung jederzeit, also auch gegebenenfalls erst Tage oder Wochen nach der Aufnahme, ermöglichte. Die Auswertung mußte genügend genau sein und durfte nicht durch Verdampfung feiner Tröpfchen Substanzverluste erleiden oder unter Zeitzwang stehen. Ferner mußte der Zeitaufwand für jede Einzelaufnahme nur gering sein, um Serienaufnahmen in kurzer Zeitfolge herstellen zu können.

Diesen Anforderungen kann das Verfahren weithin genügen. Es ist deshalb auch, wie Naturaufnahmen unter verschiedensten Bedingungen bestätigt haben, für meteorologische Zwecke geeignet, zumal es auch die Bestimmung des Wassergehaltes einzelner Schneeflocken gestattet.

Beschreibung des Verfahrens

Das Mattscheibenverfahren beruht darauf, daß eine Mattscheibe aus Glas an den Berührungsstellen der mattierten Fläche mit Wasser das Licht ungehindert durchläßt und daß deshalb eine teilweise angefeuchtete Mattscheibe auf eine schwarze Unterlage gelegt, an den feuchten Stellen dunkel, an den trockenen hell erscheint. Es können somit die Spuren von Regentropfen auf einer Mattscheibe ohne Schwierigkeiten im Lichtbild festgehalten werden.

Da die Stärke der Wasserschicht über den einzelnen Spurflächen unterschiedlich ist, muß die Stärke des Wasserfilms durchweg gleich gemacht werden, wenn eine Bestimmung der Tropfengröße unmittelbar aus der Spurfläche möglich sein soll. Dies wird durch Auflegen einer Deckplatte erreicht. Die Stärke der Wasserschicht entspricht dann dem wirksamen Plattenabstand. Sie läßt sich leicht durch Eichung mit Hilfe von Tropfen bekannter Größe ermitteln.

Das Abdecken schließt die Spurflächen vom Zutritt der Luft ab und unterbindet die Verdunstung unmittelbar nach der Tropfenaufnahme.

Der scheinbare oder wirksame Abstand der sich berührenden Platten ist je nach dem Grad der Rauigkeit und dem Auflagedruck verschieden. Hoher

Rauhigkeitsgrad und schwacher Auflagedruck bedingen einen verhältnismäßig großen scheinbaren Abstand, während durch leichte Aufrauung und höheren Druck, ein sehr geringer Abstand erzielt wird. Soll der Abstand noch weiter verringert werden, so kann die Deckplatte glatt gewählt werden. Es ist dies jedoch nur zu empfehlen, wenn ausschließlich sehr feine Tröpfchen gemessen werden sollen.

Um ein gutes Anliegen der Platten sicherzustellen, werden diese aus Spiegelglas hergestellt und sorgfältig durch Ätzung gleichmäßig aufgeraut. Mit Sandstrahl behandelte Platten sind rauher und wohl auch weniger gleichmäßig. Die Auffangplatte kann aus einer dunkeln Unterlage aus Metall oder anderem gegen Durchbiegung gesicherten Werkstoff bestehen. Die Deckplatte soll eine Stärke von mindestens 10 mm haben. Wesentlich ist, daß sich der Auflagedruck auf die ganze Fläche gleichmäßig verteilt.

Bei der Herstellung von Lichtbildern muß das Licht stark seitlich unter spitzem Winkel einfallen, um Spiegelungen sicher zu vermeiden.

Verlauf des Verfahrens

1. Exposition der Auffangplatte

Sie kann freihändig durch Freigabe der Auffangfläche nach Gutdünken erfolgen. Hierbei ist darauf zu achten, daß keinesfalls die Anfeuchtung mehr als 20 % der Fläche bedeckt, damit starke Überschneidungen der Spuren beim Auflegen der Deckplatte nach Möglichkeit vermieden werden. Bei sehr schwerem Tropfenfall kann eine schwächere Anfeuchtung erforderlich sein.

Bei sehr starkem Regen (Gewitterregen) kann die Verwendung eines Expositionsgerätes nach Bild 1 geboten sein. Eine Vorrichtung zur Einstellung oder Messung der Expositionsdauer ermöglicht neben der Feststellung der Tropfen-
größen auch die der Niederschlagsdichte während der Exposition.

2. Auflage der Deckplatte

Sie erfolgt, um Verdunstungsverluste zu vermeiden, schnellstens nach der Exposition. Dabei ist darauf zu achten, daß nach Berührung der Deckplatte mit den Tropfenspuren keine Verschiebung der Deckplatte mehr eintritt. Zweckmäßigerweise wird eine Führung vorgesehen, die dies verhindert.

3. Einlegen der Platten in ein Gerät zur Lichtbildaufnahme

Hierbei wird der Plattendruck nach Bedürfnis entsprechend der Eichung und der erforderlichen Meßfeinheit verstärkt.

4. Belichtung

Für Aufnahmen im Freien wird am besten der Elektronenblitz verwendet.

5. Kopieren der Bildaufnahmen

Es geschieht am besten in genauer Originalgröße.

B e m e r k u n g e n

Jeder feste Gegenstand zwischen den Platten beeinträchtigt die Meßgenauigkeit. Es ist deshalb auf Sauberkeit der Platten unbedingt zu achten.

Durch Abreiben mit einem sauberen, trockenen und fettfreien, nicht fasernden Lappen (Waschleder) nach der Lichtbildaufnahme werden die Platten sofort für eine weitere Aufnahme bereit. Das Abtrocknen ist mitunter auch nötig, um das Entstehen von Rändern zu vermeiden.

Besonders bei Vorhandensein von sehr feinen Tröpfchen kann es sich empfehlen, schon vor dem Abdecken eine Lichtbildaufnahme der Auffangplatte zu machen, um selbst die Spuren deutlich sichtbar zu machen, die zu klein sind, um die Deckplatte zu berühren und deshalb nach ihrem Auflegen durch diese hindurch schwächer sichtbar werden.

Die Form der Tropfenspuren

Bei senkrechtem Aufschlag erhält man auf glatter, fettfreier, nicht vibrierender oder sich sonst bewegender Unterlage kreisrunde Spurflächen mit glattem Rand. Die Spritzerbildung fehlt oder sie ist sehr gering.

Rauhigkeit der Auffangfläche oder Vibrieren begünstigt die Spritzerbildung.

Gleichmäßige Plattenrauhigkeit ohne Vibrieren ergibt bei mittleren und schweren Tropfen kreisrunde Spuren mit regelmäßig gezacktem Rand. Eine schwache Spritzerbildung tritt nur bei schweren Tropfen in geringem, meist unwesentlichem Ausmaß auf. Kleine und kleinste Tropfen geben glatte Spurränder.

Die Stärke der Zackenbildung nimmt mit dem Rauigkeitsgrad zu, ebenso die Spritzerbildung.

Spritzer lassen sich meist leicht von anderen Tröpfchen unterscheiden. Vielfach bilden sie kurze gerade Reihen von Spuren, deren Richtung auf den Entstehungsort (Mittelpunkt einer größeren Spur) hinweist. Mitunter hat die Spritzerspur auch eine längliche strichartige Gestalt, deren Richtung ebenfalls auf die Hauptspur zeigt.

Infolge der geringen Fallhöhe und Aufschlagsgeschwindigkeit haben die Spritzerspuren oft eine verhältnismäßig geringe Ausbreitung und ergeben deshalb beim Auflegen der Deckplatte unerwartet große Spurbilder. Sie können somit beim Auszählen berücksichtigt werden, sofern dies trotz ihrer geringen Zahl nötig erscheint.

Form der Spuren von Schneeflocken

Die Schneeflocken berühren die Unterlage nur in wenigen Punkten, die sich im Lichtbild deutlich abzeichnen. Erst durch das Auflegen der Deckplatte, mit dem in der Regel auch das Schmelzen verbunden ist, erhält man zusammenhängende Flächen, die eine Auswertung zulassen. Ihre Begrenzung ist stets sehr unregelmäßig. Die Spurbilder unterscheiden sich deshalb sehr deutlich von denjenigen der Tropfen.

Stärke des Wasserfilms und Spurengröße

Die für die Untersuchungen benützten Mattscheiben aus Spiegelglas von 10 mm Stärke waren teils mit Sandstrahl teils durch Ätzung aufgeraut. Die ersteren ergaben, nur durch das Gewicht der Deckplatte zusammengedrückt, einen scheinbaren Plattenabstand von 0.104 mm, bei leichter Erhöhung des Drucks durch zwei Blattfedern einen Abstand von 0.098 mm. Mit den geätzten Platten erhielt man einen Abstand von 0.033 mm ohne zusätzliche Belastung, beim Andrücken mit stärkeren Blattfedern 0.017 mm.

Aus der folgenden Zahlentafel, in welcher die Durchmesser der kreisrunden Tropfenspuren für verschiedene Tropfengrößen und die oben angegebenen Plattenabstände mitgeteilt sind, läßt sich entnehmen, daß Tröpfchen von 0.1 mm Stärke noch leicht mit einer Meßlupe ausgemessen werden konnten und auch noch kleinere im Bedarfsfall mikroskopisch meßbar sind, insbesondere bei weiterer Herabsetzung des Plattenabstandes.

Tropfen von 1 mm und mehr Stärke liefern schon recht ansehnliche Spurflächen. Zur Messung derselben genügt, wenn auf die kleinsten Fraktionen verzichtet werden kann, ein Plattenabstand von 0.1 mm oder mehr. Ist letzteres erwünscht, etwa um ein Verschwinden kleinerer Spuren in den größeren zu verhindern, so empfiehlt es sich, den Plattenabstand durch eine rahmenartige Zwischenlage aus Metallfolie zu vergrößern. Der nutzbare (scheinbare) Abstand muß dann durch Eichung festgestellt werden.

Tropfendurchmesser und Spurdurchmesser

Tropfen- durch- messer mm	Wasser- menge mm ³	Sandstrahlplatte Eigengew. mit Federdr.		Geätzte Platte Eigengew. mit Federdr.	
		Scheinbarer Platten-Abstand			
		mm	mm	mm	mm
		0.104	0.098	0.033	0.017
		Spurflächen F und Spurdurchmesser ϕ qm und mm			
0.1	0.0005	F 0.005 ϕ 0.081	0.005 0.081	0.016 0.143	0.031 0.196
0.5	0.0654	F 0.64 ϕ 0.90	0.67 0.92	1.98 1.59	3.85 2.22
1.0	0.524	F 5.05 ϕ 2.54	5.13 2.56	15.85 4.49	30.82 6.24
5.0	65.4	F 642 ϕ 28.5	668 25.2	1980 50.4	3850 70.0
6.0	113.0	F 1086 ϕ 37.2	1156 38.4	3336 64.8	6660 92.0

Die Größen der Schneeflocken ergaben sich aus Messungen mit dem scheinbaren Plattenabstand von 0.033 mm meist zu etwa 0.0005 bis 23.5 mm³ Wassergehalt. Dabei hatten die Flocken die in jedem Winter zu beobachtenden Größen. Ein Schneefall im Februar 1957*) von sehr kurzer Dauer brachte neben den üblichen Größen noch Flocken, deren Ausmaße das der sonst beobachteten um ein Mehrfaches übertrafen. Die größte aufgefangene lieferte eine etwa ovale Spurfläche beim Abdecken von 75/65 mm Durchmesser, was einem Wassergehalt von 116 mm³ entspricht. Der Wassergehalt war somit etwa gleich dem eines Tropfens von 6 mm Durchmesser.

Kritik des Mattscheiben-Verfahrens

1. Das Verfahren ist für die Bestimmung des Wassergehaltes von Tropfen und Schneeflocken jeder Größe auf Grund von Aufnahmen von kurzer Dauer entwickelt. Es eignet sich nur für diese Aufgabe. Längere Aufnahmedauer (Exposition) verursacht Substanzverluste durch Verdunstung und kann, wie die anderen Auffangverfahren, zu störenden Überschneidungen führen.

2. Die Genauigkeit der Auswertung hängt von der Rauigkeit des Plattenmaterials und der Stärke und Gleichmäßigkeit des Plattendrucks ab. Sie kann den Bedürfnissen angepaßt werden und dürfte den meteorologischen, wie auch den meisten wirtschaftlichen Zwecken genügen.

3. Die Eichung macht keine Schwierigkeiten.

4. Verunreinigungen der Aufnahmeflächen an Grund- und Deckplatten vergrößern den wirksamen Plattenabstand in einer unkontrollierbaren Weise und beeinträchtigen die Meßgenauigkeit.

Fettige Stellen an den Aufnahmeflächen führen zu unregelmäßigen Spurformen und ungleichmäßiger Stärke des Wasserfilms. Sie erschweren die Auswertung und setzen die Genauigkeit herab.

* Karlsruhe 19. 2. 1957, 9 h 35.

Diese Störungen lassen sich nicht nur durch Reinlichkeit vermeiden, sondern sie werden auch beim Abdecken sofort erkannt. Sie fallen deshalb nicht ins Gewicht.

5. Entstehen beim Abdecken Lufteinschlüsse, was bei größeren Spuren vorkommen kann, so werden sie sofort erkannt. Da sie meist so klein sind, daß sie die Meßergebnisse nicht nennenswert beeinflussen, wird eine Wiederholung der Aufnahme kaum nötig werden, zumal die Lufteinschlüsse bei der Auswertung berücksichtigt werden können.

6. Die zwischen zwei Aufnahmen zu verrichtenden Arbeiten lassen sich in kürzester Zeit (ein bis zwei Minuten) erledigen. Reihenaufnahmen mit kurzen Zeitintervallen machen keine Schwierigkeiten.

7. Das Verfahren und die Vorrichtungen sind zu weiterem Ausbau fähig.

8. Das Verfahren eignet sich für die Messung von Tropfen und Schneeflocken jeder Größe. Eine Grenze liegt, wie bei allen Auffangverfahren da, wo der Tropfenfall so dicht ist, daß schon bei kürzester Exposition starke Überschneidungen der Spuren entstehen. Auch ist wieder übereinstimmend mit anderen Auffangverfahren stark schräger Aufschlag der Tropfen, insbesondere bei stärkerem Wind wegen der hierdurch begünstigten Splitterwirkung für die Auswertung erschwerend.

9. Die wichtigsten Eigenschaften des Verfahrens sind: Universelle Verwendbarkeit, einfache und rasche Handhabung, Bestimmung auch der feinsten Tröpfchen ohne Beeinträchtigung durch Verdunstungsverluste und frei von jedem Zeitzwang, sowie Möglichkeit der Auswertung zu beliebiger Zeit und an beliebigem Ort.

Erklärung zu den Tafeln

Tafel I.

Abb. 1. Expositionsgerät für eine Plattengröße von 12×18 cm Schlitzblende (Zinkblech) abgenommen. Schlitten mit eingelegter Auffangplatte (Mattscheibe). Tropfenspur sichtbar.

Abb. 2. Mattscheibenaufnahme eines Nieselregens. Expositionsdauer 120'' Aufnahmeplatte nicht abgedeckt. Größe der Originalaufnahme 9×12 cm.

Tafel II.

Abb. 1. Sehr feiner Landregen. Expositionsdauer 40''

Abb. 2. Landregen, Expositionsdauer 6'' Aufnahmeplatte nicht abgedeckt. Originalgröße 9×12 cm.

Abb. 3 u. 4: Sprühregen aus einer Düse von 4 mm ϕ bei 3,5 atü Druck. Abstand Düse—Auffangplatte 1,5 m. Originalgröße 9×12 cm; links nicht abgedeckt, rechts Deckplatte aufgelegt, kein zusätzlicher Druck.

Tafel III.

Abb. 1 u. 2. Mittelstarker Kunstregen aus einer Düse von 7 mm ϕ . Betriebsdruck 4,1 atü. Abstand Düse—Auffangplatte 11 m. Originalgröße 9×12 cm. Links Auffangplatte nicht abgedeckt, rechts mit Deckplatte; rechts sind einige Lufteinschlüsse in großen Tropfenspuren zu sehen.

Abb. 3. Kunstregen wie in Abb. 1 u. 2. Abstand 14 m. Originalgröße 9×12 cm. Tropfen auf Filterpapier aufgefangen.

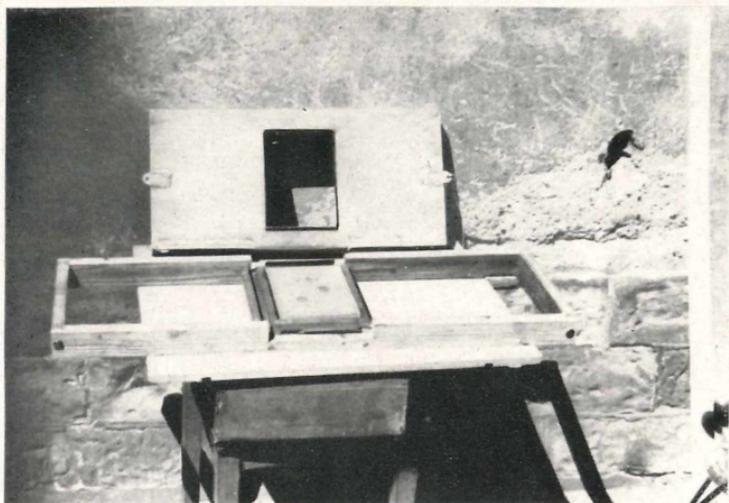
Tafel IV.

Abb. 1 u. 2. Schneefall in feinen Flocken. Links Aufnahmeplatte nicht abgedeckt, rechts Deckplatte aufgelegt. Plattenabstand 0,035 mm. Originalgröße 9×12 cm.

Abb. 3. Schneefall in großen Flocken. Deckplatte aufgelegt. Plattenabstand 0,035 mm. Originalgröße 9×12 cm.

Tafel I

(OEHLER, Regentropfen und Schneeflocken)



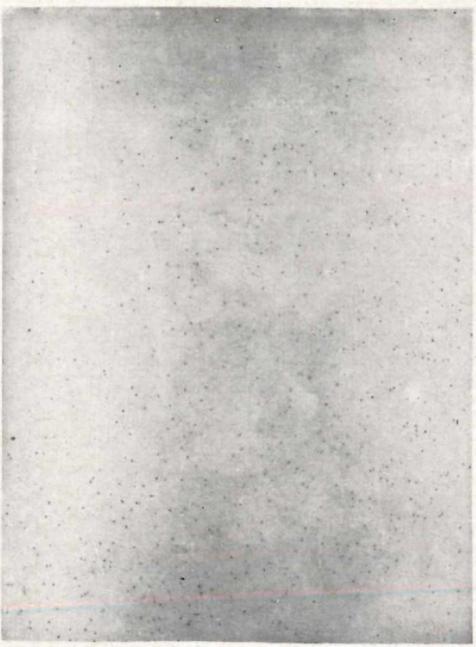
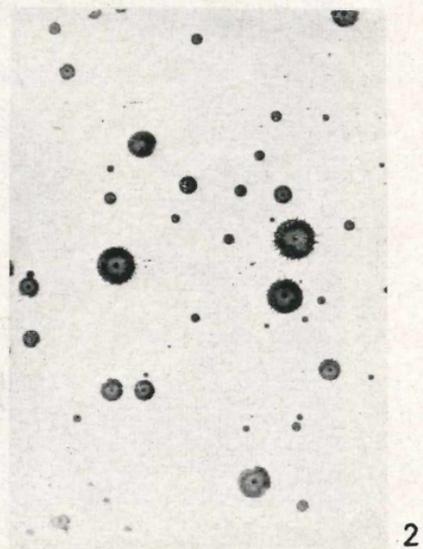
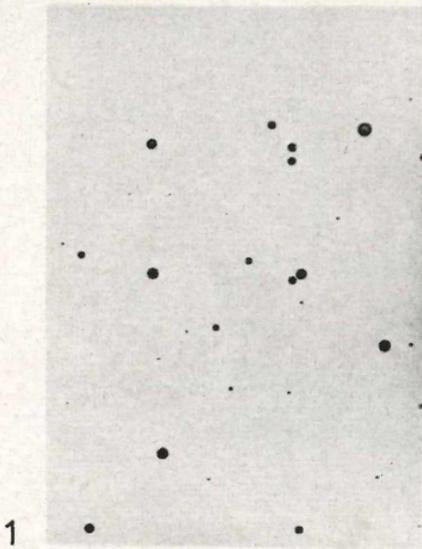
1



2

Tafel II

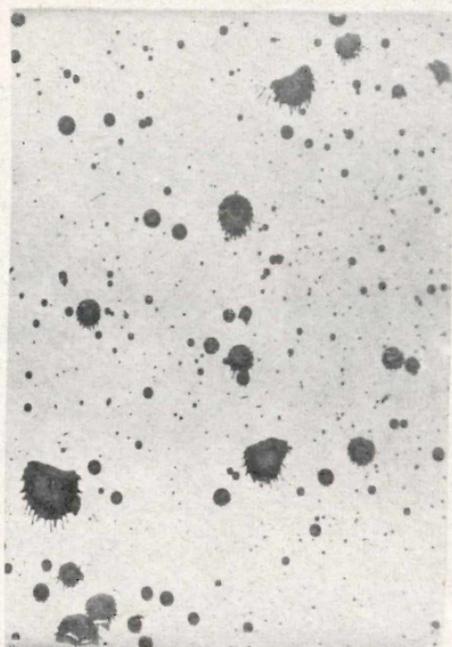
(OEHLER, Regentropfen und Schneeflocken)



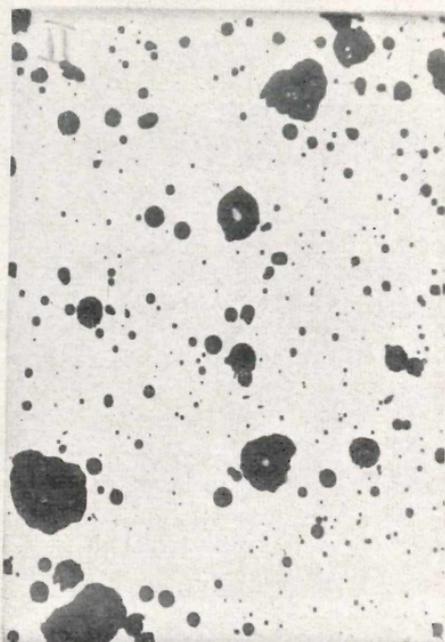
3

4

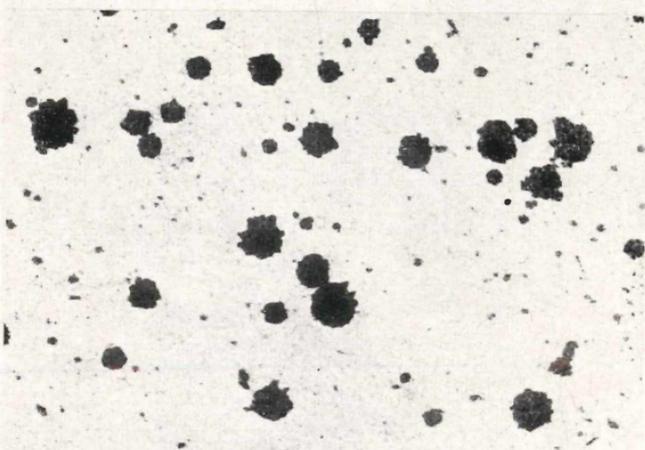
Tafel III
(OEHLER, Regentropfen und Schneeflocken)



1



2



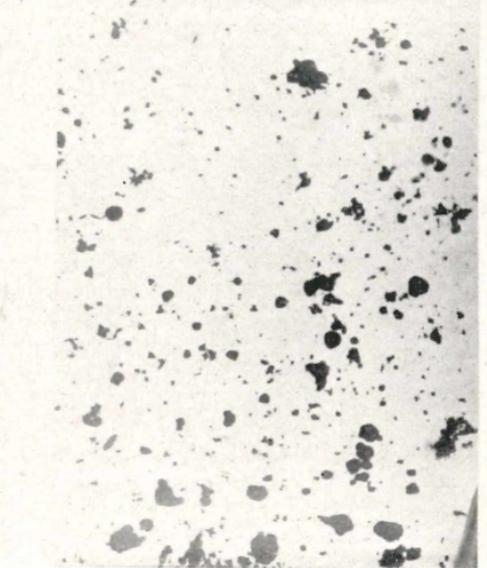
3

Tafel IV

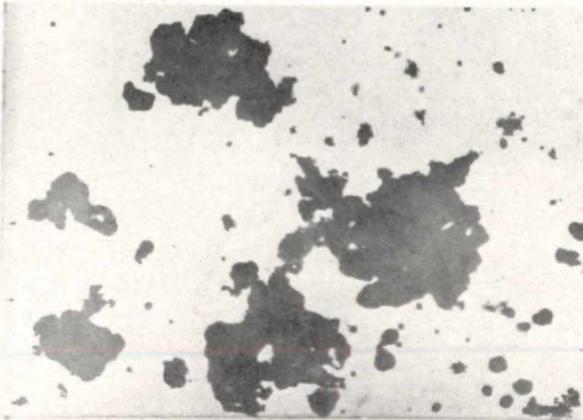
(OEHLER, Regentropfen und Schneeflocken)



1



2



3

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland](#)

Jahr/Year: 1958

Band/Volume: [17](#)

Autor(en)/Author(s): Oehler Th.

Artikel/Article: [Verfahren und Gerät zur Messung von Regentropfen und Schneeflocken 3-7](#)