

PROM. NR. 2183

BEITRAG ZUR BESTIMMUNG
DER KORNGRÖSSE UNENTWICKELTER
PHOTOGRAPHISCHER SCHICHTEN MIT
HILFE IHRES STREUVERMÖGENS

VON DER
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN
HOCHSCHULE IN ZÜRICH

ZURERLANGUNG
DER WÜRDE EINES DOKTORS DER
TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN

GENEHMIGTE
PROMOTIONSARBEIT

VORGELEGT VON
BEAT KOCH
VON VILLMERGEN (AG)

REFERENT: HERR PROF. DR. J. EGGERT
KORREFERENT: HERR P. D. DR. H. AMMANN

1953

VERLAGSANSTALT BENZIGER & CO. AG. EINSIEDELN

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit der Aufgabe, die Korngröße unentwickelter, photographischer Schichten und Emulsionen zu bestimmen:

I. Mit Hilfe des Callier-Quotienten:

1. Zwischen dem Callier-Quotienten Q und der mittleren Korngröße d entwickelter, photographischer Schichten besteht nach Eggert und Küster die lineare Beziehung $d = 6,8 \cdot \log. Q$ ($Q = S_{11}/S_{21}$). Unsere Untersuchungen zeigen, daß diese lineare Funktion für sehr kleine und sehr große Werte von d (kleiner als $0,4$ und größer als $2,0 \mu$) nicht mehr genügt. Wir finden für den erweiterten Korngrößebereich empirisch folgende Beziehung, bezogen auf visuelle Beobachtung:

$$d = 0,34 \cdot (\log. Q)^{1,8}$$

2. Der Einfluß der Streuung der Schichtoberfläche auf die Bestimmung der Korngröße nach der gleichen Methode kann vernachlässigt werden.

3. Die Streuung des Lichtes in unentwickelten Schichten war der Gegenstand der folgenden Untersuchungen:

Der Callier-Quotient unentwickelter Schichten stellt kein Maß für die Korngröße dieser Schichten dar, weil die Lichtschwächung (nun Trübung T genannt und analog wie die Schwärzung S definiert: $T = \log. J_0/J$) im diffusen Licht gemessen nicht linear mit der Silberhalogenidmenge zunimmt.

Es wurden deshalb verschiedene Wege untersucht, die farblosen Kristalle der unentwickelten Schichten für das Meßlicht undurchlässig zu machen, und zwar ohne Veränderung der Korngröße, um die gleichen optischen Bedingungen zu schaffen, wie sie bei entwickelten Schichten vorliegen.

- a. Das Einfärben der Kristalle mit Methylenblau erwies sich als nicht geeignet.
- b. Die Auskopierentwicklung mit Nitrit ist nur an grobkörnigen Schichten durchführbar.
- c. Die Umwandlung des Halogensilbers in das lichtundurchlässige Schwefelsilber vergrößert das Korn.

- d. Eine Auskopierentwicklung mit einem sehr verdünnten Metol-Sulfid-Entwickler unter geeigneten Bedingungen führte zum Ziel. Mit diesem Verfahren kann jede Schicht in kurzer Zeit geschwärzt werden, ohne daß die Kristalle ihre Form oder Größe ändern. Von den so geschwärzten Schichten kann der Callier-Quotient wie bei den normal entwickelten Schichten bestimmt und daraus nach der neuen Formel der Korndurchmesser ermittelt werden.

II. Mit Hilfe von Trübungsmessungen :

1. Die Trübung T^{\parallel} (in parallelem Licht gemessen) einer bestimmten, flüssigen oder als Schicht eingetrockneten Silberbromid-Gelatine-Emulsionsart ist proportional der AgBr-Konzentration des Systems (entsprechend mg Ag/cm^2).

2. Für eine bestimmte, konstante Konzentration hängt die Trübung T^{\parallel} von der mittleren Korngröße d der vorliegenden Emulsion ab. T^{\parallel} wächst zunächst mit dem Wert von d von submikroskopischen Dimensionen bis zu einem Maximum, bei dem die Teilchen etwa die Größe der Lichtwellenlänge besitzen, um für noch größere Teilchen erheblich abzunehmen.

3. Für kurzwelliges Meßlicht ($450 \text{ m}\mu$) liegt das Maximum für T^{\parallel} bei kleineren d -Werten und bei höheren T^{\parallel} -Werten als für langwelliges Meßlicht ($600 \text{ m}\mu$).

4. Vergleicht man die T^{\parallel} -Werte, welche die 7 cm dicke Schicht einer flüssigen, verdünnten Emulsion liefert, mit denen, die die gleiche Emulsion in eingetrocknetem Zustande aufweist, also in Gestalt einer 30μ dicken Schicht, so ergeben sich nur unwesentliche Unterschiede. Die Abhängigkeit der Größe T^{\parallel} vom Teilchendurchmesser d ist in beiden Fällen sehr ähnlich. Die Kurven unterscheiden sich nur in ihrer Lage, fallen für große Teilchen annähernd zusammen und entfernen sich voneinander mit abnehmendem d -Wert. Im Kurvenmaximum liegt der T^{\parallel} -Wert der trockenen Schicht etwa 30% niedriger als derjenige der flüssigen Emulsion.

5. Wie bekannt, ändert sich die Farbe des durch trübe Medien fallenden Lichtes mit der Größe der dispergierten Teilchen. Diese Farbänderung haben auch wir bei den untersuchten Suspensionen festgelegt.

6. Ähnliche Verhältnisse wie bei den AgBr-Teilchen finden sich bei solchen aus AgCl, AgJ, AgN₃ und bei Teilchen, die aus AgBr und AgJ bestehen, nur weichen die Kurvenformen und die Lage der Maxima voneinander ab. Durch vergleichende Messungen wurde der Anschluß an Untersuchungen über AgCl-Emulsionen von H. Ammann hergestellt.

7. Es wurde versucht die beobachteten Unterschiede der T^{\parallel}/d -Kurven für verschiedene Substanzen, für verschiedenes Meßlicht anhand der Rayleigh-Mie Formel zur Berechnung der Streuung zu deuten. Es konnte dabei festgestellt werden, daß die experimentell ermittelten Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Größen (Teilchengröße, Teilchenzahl, Wellenlänge des Meßlichtes und Brechungsindex der Teilchen), von denen die Trübung T^{\parallel} abhängt, der Streuungstheorie von Rayleigh und Mie folgen.

8. Schließlich wurden die Trübungskurve für T^{\parallel} und die Schwärzungskurve S^{\parallel} für die gleiche AgBr-Schichtart (unentwickelt und unter Erhaltung der Teilchengröße entwickelt) miteinander verglichen. Diese beiden Kurven verlaufen für große Teilchen gemeinsam, bei kleinen Teilchen spreizen sich die Kurven, wobei die Trübungskurve den bekannten Verlauf nimmt und die Schwärzungskurve mit abnehmender Korngröße steil ansteigt.