

Prom. Nr. 2310

**FEHLER-ERSCHEINUNGEN BEI DER
FABRIKATION PHOTOGRAPHISCHER
SCHICHTEN**

VON DER

**EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN
HOCHSCHULE IN ZÜRICH**

ZUR ERLANGUNG

**DER WÜRDE EINES DOKTORS DER
TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN**

GENEHMIGTE

PROMOTIONSARBEIT

VORGELEGT VON

ERNST ZÜND

DIPL. INGENIEUR-CHEMIKER

von Altstätten (St. Gallen)

Referent: Herr Prof. Dr. J. Eggert

Korreferent: Herr P.-D. Dr. H. Ammann

1954

JOHANN AMBROSIOUS BARTH / VERLAG / LEIPZIG

solche Beispiele (verschiedene Fehler mit gleicher Ursache) im vorliegenden Abschnitt ergänzend hinzuzufügen.

Andererseits sind in diesem Abschnitt auch Fehler beschrieben, welche mehr trivialer Natur sind und deshalb die Anlage eines beson-

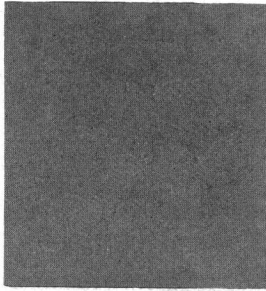


Abb. 72. Ein gleichmäßig anbelichtetes und entwickeltes Bromsilberpapier, bei welchem sich durch ungeeignete Zusätze zur Emulsion nach etwa einem Jahr Lagerung kleine, helle Flecken zeigten. Auf Reproduktion nur schlecht erkennbar

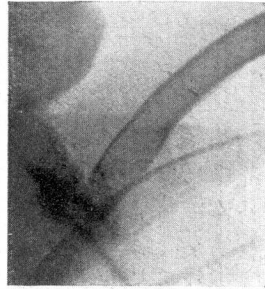


Abb. 73. Kopie aus einer Röntgenaufnahme, welche infolge Einwirkung von Bakterien während des Trocknens der Aufnahme fleckig ausfiel. Der Fehler ist darauf zurückzuführen, daß die Emulsion keine bakteriziden Zusätze enthielt

deren Kapitels nicht gerechtfertigt hätten. Es ist so eine bunte Sammlung von Fehlern entstanden, welche das Bild der ganzen Arbeit, die naturgemäß nicht vollständig sein kann, etwas abzurunden versucht.

(Abb. 68—97).

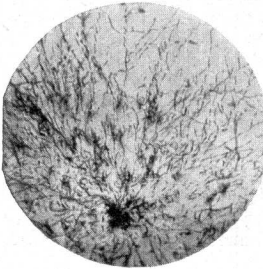


Abb. 74. Mikroaufnahme von Schimmelpilz in einem Gelatinerückguß. Die Gelatine enthielt zu wenig bakterizide Zusätze. Abbildungsmaßstab 100:1

Zusammenfassung

Es ist versucht worden, die bei der Fabrikation photographischer Schichten auftretenden Fehler und deren Ursachen zu beschreiben sowie durch eigene Beobachtungen und Untersuchungen zu der Behebung der Schwierigkeiten beizutragen. Die aus dem Schrifttum bekannten Fehlerbeschreibungen wurden mit den eigenen Beobachtungen verglichen. Die Ergebnisse der in zehn unabhängige Kapitel aufgeteilten Arbeit lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. Es wurde untersucht, welche Wirkung verschiedene Staubarten auf photographische Schichten ausüben. Dabei ist festgestellt worden, daß einzelne Staubarten auf Grund des von ihnen erzeugten Fehlers er-

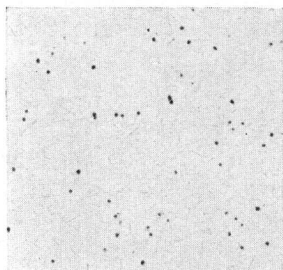


Abb. 75

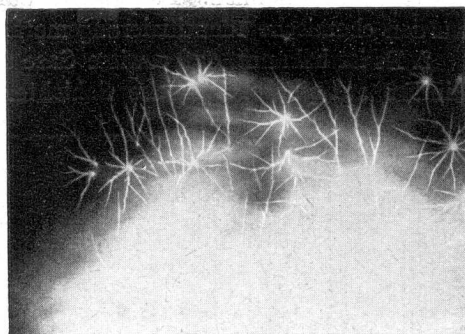


Abb. 76

Abb. 75. Kontaktkopie eines in tropischem Klima verarbeiteten Halbtonfilms. Nach dem Fixieren in saurem Fixierbad zeigten sich auf dem Film eine Menge aufgesprungener Bläschen. Beim Entwickeln quoll die zu wenig gehärtete Schicht übermäßig stark und nahm eine verhältnismäßig große Menge der Alkalikarbonat enthaltenden Entwicklerflüssigkeit auf. Das durch das saure Fixierbad frei gewordene Kohlendioxyd bildete dann in der sehr weichen Schicht diese Bläschen

Abb. 76. Kontaktkopie aus einer verblitzten Röntgenaufnahme. Die Entladung erfolgte unter deutlich wahrnehmbarem Knistern beim Abheben des Durchschußpapiers vom Film. Die Verästelungen der Blitzfiguren lassen darauf schließen, daß der Film negativ¹⁾ aufgeladen war (vgl. Kapitel IX)

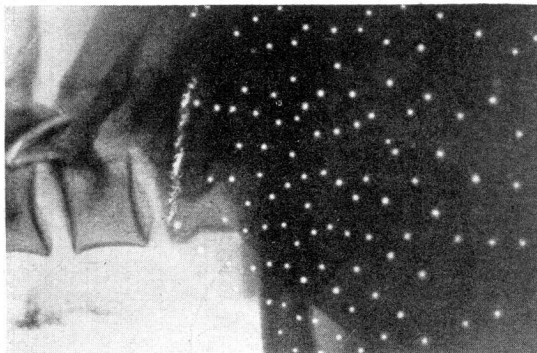


Abb. 77. Figuren von positiven Entladungen auf einer Röntgenaufnahme, welche sich beim Herausziehen des Filmes aus der Packung gebildet haben. Obwohl es falsch ist, einen Film ohne sein Durchschußpapier aus der Packung zu ziehen, so muß es doch als Fabrikationsfehler gelten (Übertrocknung, mangelnde Blitzschutzschicht), wenn der Film so stark verblitzt wird (vgl. Kapitel IX). Abbildungsmaßstab 0,7 : 1

¹⁾ Die Entladungsfiguren von positiv und negativ aufgeladenen Filmen sind verschieden.

kannt werden können. Für andere auf die Schicht gelangte Stäube wurden chemische Identifizierungsmethoden beschrieben.

2. Es ist bekannt, daß gewisse Gase und Dämpfe einen schädigenden Einfluß auf photographische Schichten ausüben können. Besonders

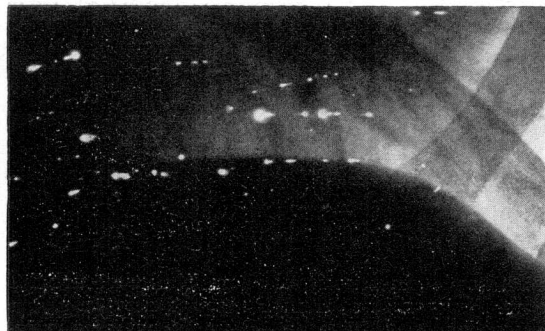


Abb. 78. Kontaktkopie eines positiv verblitzten Röntgenfilms, welcher beim Einlegen in die Kassette durch gleitendes Darüberstreichen mit den Fingerspitzen verblitzt wurde. Auch hier liegt der gleiche Fabrikationsfehler vor wie bei der vorhergehenden Abbildung 77 (vgl. Kapitel IX)

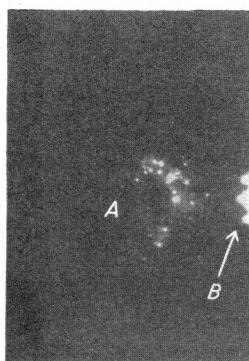


Abb. 79

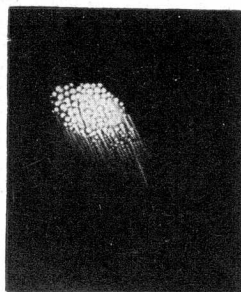


Abb. 80

Abb. 79. Kopie eines verblitzten Röntgenfilms. Die Entladungsfiguren sind beim Schneiden von der Rolle entstanden, und zwar rühren die Flecken *A* vom Messerbalken her, während die an der Schnittkante vorhandenen Flecken *B* am Messer selbst entstanden sind. Ursache des Fehlers war die zu geringe Feuchtigkeit der Luft im Schneidraum (vgl. Kapitel IX)

Abb. 80. Beim Berühren der Rückseite eines einseitig begossenen und stark positiv aufgeladenen Films mit dem Handballen im Trockensaal entstand diese merkwürdige Blitzfigur. Die Belichtung erfolgte von der Rückseite her, was aus der Schwärzung der Schicht im Querschnitt deutlich hervorgeht (vgl. Kapitel IX). Abbildungsmaßstab 0,7 : 1

gefährlich sind Schwefelwasserstoff und Wasserstoffsperoxyd. Die Vermutung, daß die schleiernde Wirkung frisch entstandener Metalloberflächen einer Strahlung zuzuschreiben sei, hat sich nicht bestätigt; verantwortlich dafür ist wahrscheinlich das an solchen Oberflächen sich bildende Wasserstoffsperoxyd.

3. In letzter Zeit häufen sich die Fehler, welche durch unerwünschte Strahlung radioaktiver Substanzen auf photographischen Schichten verursacht werden. Dies ist darauf zurückzuführen, daß infolge der ver-



Abb. 81. Diese Entladungsfiguren sind beim Abziehen eines Klebebandes von der Rückseite eines einseitig emulsionierten Films entstanden. Auch hier erfolgte die Belichtung durch den Schichtträger (vgl. Kapitel IX)
Abbildungsmaßstab 0,7 : 1

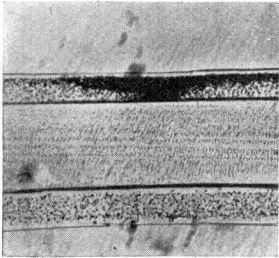


Abb. 82

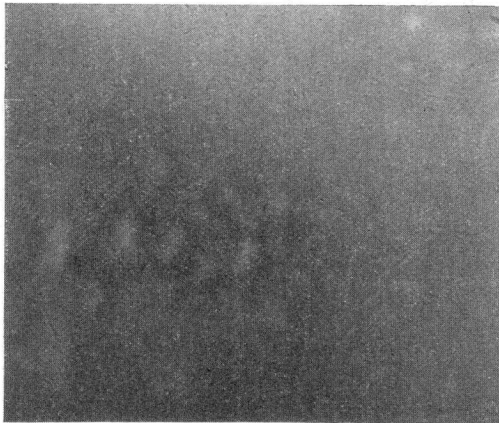


Abb. 83

Abb. 82. Querschnitt durch einen Röntgenfilm mit negativen Blitzfiguren (Tännchen). Die Entladung hat auf der geschwärzten Seite (im Bild oben) des Films selbst stattgefunden, was an der gegen den Schichtträger hin deutlich abnehmenden Schwärzung zu erkennen ist. Mikroaufnahme, Abbildungsmaßstab 60 : 1 (vgl. Kapitel IX)

Abb. 83. Kopie eines Filmfehlers, welcher durch Unebenheiten des Schichtträgers entstanden ist, indem die Schichtdicke an den vertieften Stellen der Unterlage größer ausfällt und entsprechend größere Schwärzung erzeugt (im Bild als helle Flecken erkennbar). Abbildungsmaßstab 0,7 : 1

mehrten Verwendung künstlicher radioaktiver Präparate die Gefahr besteht, daß solche Substanzen den Weg in die Fabrikation und in das Verpackungsmaterial photographischer Schichten finden. Es ist an einem in der Praxis aufgetretenen Beispiel die Wirkung radioaktiver Verunreinigungen untersucht worden.

4. Druckeinwirkung auf photographische Schichten erzeugt verschiedene Fehler, je nachdem die Einwirkung vorwiegend statischem oder scherendem Druck (Reibung) zuzuschreiben ist. Die aus dem Schrifttum bekannten Beobachtungen weichen voneinander ab, was wohl auf die verschiedenen angewandten Drücke zurückzuführen ist. Die eigenen Feststellungen stimmen mit denen von Moore (14) überein,

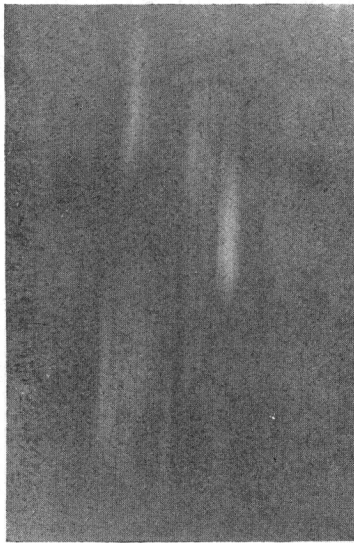


Abb. 84

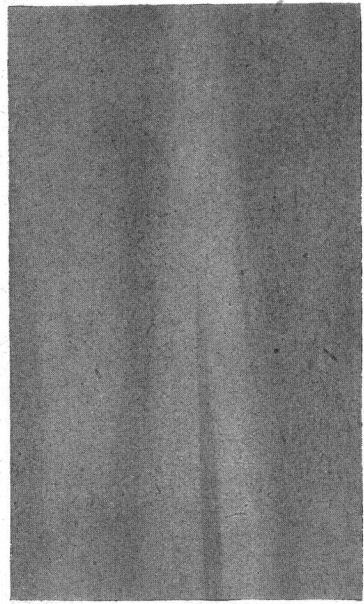


Abb. 85

Abb. 84. Scheuermarken von der zu nahe an den Schichtträger angestellten Anspülwalze auf Röntgenfilm. Beim Gleiten der Filmbahn auf der sich in entgegengesetzter Richtung drehenden, versilberten Anspülwalze wurden Spuren von metallischem Silber auf die Filmunterlage übertragen. Diese Stellen machten sich dann nach der Verarbeitung des Films als streifige, gelbe Flecken bemerkbar (Kontaktkopie)

Abb. 85. Streifiger Guß auf Dokumentenpapier, welcher dadurch entstanden ist, daß die Emulsion in der Mulde bezüglich Empfindlichkeit nicht homogen war. Die hellen und dunklen Streifen auf dem gleichmäßig anbelichteten Papier haben gleichen Silbergehalt, aber nicht gleiche Empfindlichkeit. Ähnliche Fehler entstehen bei ungleichmäßiger Verteilung der Sensibilisierungsfarbstoffe in der gußfertigen Emulsion (vgl. Kapitel VIII)

welcher findet, daß zwischen statischem und scherendem Druck kein prinzipieller, sondern nur ein gradueller Unterschied besteht. Es sind einige in der Praxis aufgetretene Fehler beschrieben worden, welche durch mechanische Einwirkung verursacht worden sind.



Abb. 86

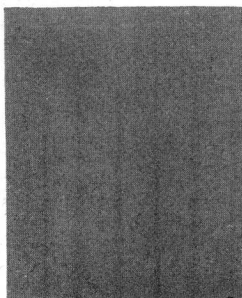


Abb. 87

Abb. 86. Knick auf einseitig begossenem Röntgenfilm, welcher während des Trocknens des ersten Emulsionsauftrages, also vor der Belichtung, entstanden ist. Auf der Kontaktkopie ist deutlich erkennbar, daß die Emulsion an den schwächer deformierten Stellen desensibilisiert, an der stärker deformierten Stelle (heller Halbmond) aber geschwärzt worden ist (vgl. Kapitel IV)

Abb. 87. Kontaktkopie eines Röntgenfilms mit hellen, silberarmen Streifen. Diese sind dadurch entstanden, daß sich während des Emulsionsauftrages grobkörniges Silberbromid auf der Anspülwalze abgesetzt hat (vgl. Kapitel VIII)

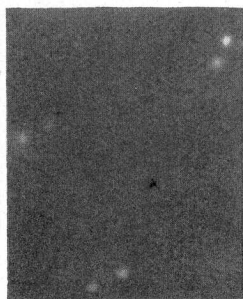


Abb. 88



Abb. 89

Abb. 88. Dunkle, diffuse Flecken auf Röntgenfilm, welche durch radioaktive Verunreinigungen im Verpackungsmaterial hervorgerufen wurden. Kontaktkopie (vgl. Kapitel III)

Abb. 89. Eisenpartikel, welche sich vor dem Aufguß der Dokumentenemulsion auf dem Rohpapier befanden, erzeugten helle Flecken, teilweise mit Schweif (vgl. Kapitel I)

5. Beim ungleichmäßigen Trocknen photographischer Schichten treten bisweilen Fehler — „Trockenzonen“ — auf, welche sich auf dem verarbeiteten Material als Schar von abwechselungsweise hellen und dunklen Streifen zu erkennen geben. Es ist versucht worden, die Entstehung solcher Streifen zu deuten und den Weg zu weisen, wie sie praktisch verhindert werden können.

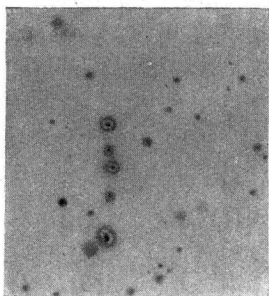


Abb. 90. Ringförmige Flecken auf einer Prozeßemulsion, welche durch feinen Messingstaub, der auf die erstarrte Emulsion gelangte und darauf haften blieb, erzeugt wurden. Kontaktkopie (vgl. Kapitel I)

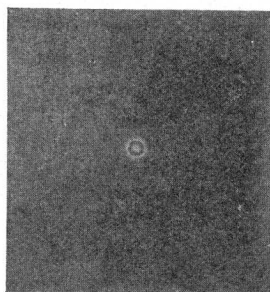


Abb. 91. Gleicher Fehler wie Abb. 90, aber auf Dokumentenpapier (vgl. Kapitel I)



Abb. 92

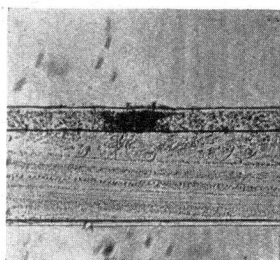


Abb. 93

Abb. 92. Auf dem Haftsubstrat der Unterlage festklebender Schnittstaub von Triazetatfolien. Die die Partikel umsäumenden dunklen Höfe (auf der Kontaktkopie hell) sind durch die an diesen Stellen größere Schichtdicke entstanden, sie sind also nicht einer chemischen Wirkung zuzuschreiben (vgl. Kapitel I)

Abb. 93. Mikroaufnahme eines Querschnittes durch einseitig begossenen Röntgenfilm. Der schwarze Fleck rührt von einem Schnittstaubpartikel einer panchromatischen Emulsion her. Bei Verarbeitung in völliger Dunkelheit traten diese Flecken nicht auf, wohl aber bei der Verarbeitung bei der für diese Filmsorte vorgesehenen rotbraunen Dunkelkammerbeleuchtung. Abbildungsmaßstab 60 : 1 (vgl. Kapitel I)

6. Gewisse photographische Schichtträger zeigen die Neigung, die Sensibilisierungsfarbstoffe der daraufgegossenen, sensibilisierten Emul-

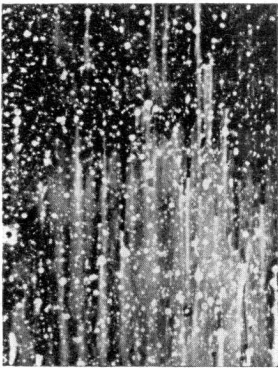


Abb. 94. Typische Flecken auf einem unbelichteten Film, welcher in einem Paraformaldehydentwickler verarbeitet wurde und der gegen Luftschleier zu wenig stabilisiert war. Um den Fehler deutlicher zu zeigen, wurde die Entwicklungszeit dreimal verlängert

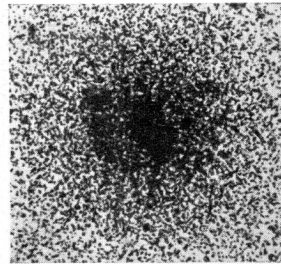


Abb. 95. Mikroaufnahme eines durch ein Rostpartikel auf Röntgenfilm hervorgerufenen Fleckens bei größerem Abbildungsmaßstab (80:1) (vgl. Kapitel I)

sionen zu adsorbieren. Es ist gezeigt worden, daß die Adsorption von der Art des Schichtträgers sowie von der Konstitution der verwendeten Farbstoffe abhängig ist.

7. Photographische Filme zeigen oft, nachdem ihre lichtempfindliche Schicht einige Zeit in innigem Kontakt mit der Lichthofschutzschicht gewesen ist, Bänder von hellen Flecken. Diese Flecken entstehen durch die desensibilisierende Wirkung der in der Rückschicht enthaltenen Antihalofarbstoffe. Es ist untersucht worden, welche Umstände das Auftreten solcher Fehler zu begünstigen oder zu verhindern vermögen.

8. Die beim Emulsionieren von Folien auftretenden „Abstößer“ sind auf schlechte Benetzbarkeit infolge zu hoher Oberflächenspannung der Emulsion zurückzuführen. Es ist untersucht worden, wie die zur Erzielung abstößerfreier Güsse notwendigen Netzmittelmengen auf einfache Weise ermittelt werden können. Das Auftreten von Wolken und Streifen konnte auf unzulässig große Temperaturdifferenzen innerhalb

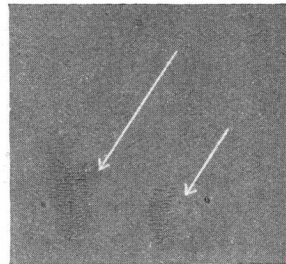


Abb. 96. Kontaktkopie eines Fehlers, welcher bei der Berührung der angetrockneten Emulsion (Negativfilm) mit den Fingern entstanden ist

der Gießmulde zurückgeführt werden. Verschiedene andere Umstände, welche zu ungleichmäßigem Aufguß führen, sind beschrieben worden.

9. Im Laufe der Fabrikation von photographischen Filmen zeigen die Filmfolien die Tendenz, sich elektrisch aufzuladen. Neben der Gefahr der dadurch begünstigten Verstaubung besteht die Möglichkeit, daß aufgeladene Filme bei der Weiterverarbeitung „verblitzt“ werden und dann die als Entladungsfiguren gefürchteten Fehler aufweisen. Es ist

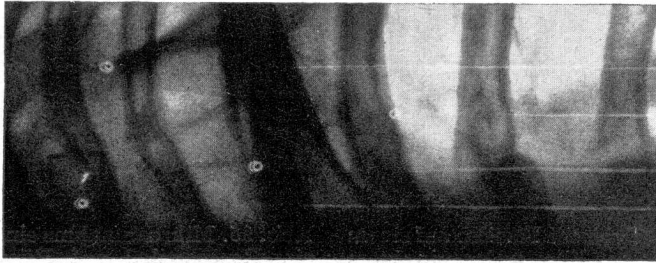


Abb. 97. Kopie eines Fehlers, welcher dadurch entstanden ist, daß die Emulsion auf die „Tränen“ eines Gelatineuntergusses gegossen wurde. (Solche „Tränen“ entstehen, wenn ein Guß unterbrochen wird, indem die noch nicht erstarrte Gelatinelösung im senkrechten Aufstieg auf die noch unbegossene Filmbahn zurückfließt und dann erstarrt.) Die hellen Linien entstanden durch die zurückgelassene „Spur“ des fließenden Gelatine-tropfens, der runde Fleck liegt in der Fortsetzung der Spur an der Stelle, an welcher der Tropfen zum Stillstand kam und eintrocknete

untersucht worden, welchen Einfluß das Folien- und Walzenmaterial, die Gieß- und Trocknungsgeschwindigkeit sowie die Zusammensetzung der Emulsion auf die Aufladbarkeit ausüben. Daraus ließ sich ableiten, welche Wege beschritten werden müssen, um eine Aufladung der Folien zu vermeiden.

10. Es sind etliche Fehler verschiedener Art zu einem besonderen Kapitel zusammengestellt worden mit der Absicht, das Bild der ganzen Arbeit etwas abzurunden.

Es sei mir an dieser Stelle gestattet, meinem hochverehrten Lehrer

Herrn Prof. Dr. Dr. ing. e. h. JOHN EGGERT

für seine wertvollen Anregungen und Ratschläge, die er mir bei der Ausführung dieser Arbeit zuteil werden ließ, sowie für seine wohlwollende Unterstützung meinen allerwärmsten Dank auszusprechen.