

# Mitteilungen

## Aus Forschung und Technik der neuzeitlichen Photographie<sup>1)</sup>

Von

J. EGGERT, Zürich

Im Laufe der Zeit hat sich die Photographie für ungezählte Zweige der Wissenschaft und Technik zu einem ähnlich unentbehrlichen Hilfsmittel entwickelt wie etwa die Verstärkerröhre. Der Grund hierfür dürfte für die meisten Anwendungen solcher Art in der Tatsache zu suchen sein, dass die primäre Wirkung auf die photographische Schicht durch den nachfolgenden Entwicklungsprozess um das Millionen- bis Milliardenfache — zuweilen auch noch mehr — verstärkt werden kann. Diese merkwürdige Eigenschaft hat seit Jahrzehnten die Aufmerksamkeit der Forschung auf sich gelenkt, teils, um die sich abspielenden Vorgänge aufzuklären, teils um den photographischen Prozess neuen technischen Anwendungsmöglichkeiten zuzuführen. Von einigen Untersuchungen der letzten Jahre in diesen beiden Richtungen soll nachfolgend die Rede sein.

In jedem Falle unterscheiden wir Primär- und Sekundärvorgänge bei der Belichtung. Betrachten wir unsensibilisiertes Silberbromid, so ist für eine Strahlung um 4000 Å das  $\text{Br}^-$  im Kristallgitter der Empfänger:

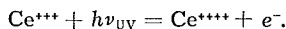


Damit ist der Primärvorgang eigentlich schon beendet, denn das weitere Schicksal des Elektrons  $e^-$  entscheidet über die anschliessenden Sekundärvorgänge. Bei reinen Silberbromid-Einkristallen kehrt das Elektron wieder an seinen Ausgangsort zurück. Solche Systeme sind also lichtunempfindlich. Sind dagegen Störstellen irgendwelcher Art vorhanden, so kann ein latentes Bild entstehen, oder es kann bei tiefer Temperatur Fluoreszenz auftreten, Vorgänge, die MEIDINGER (1) näher studiert hat.

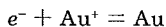
Uns interessiert am meisten der zweite Fall, für den S. O. STOOKEY (2) ein schönes Analogiebeispiel gefunden hat. Er stellte in

<sup>1)</sup> Nach einem Vortrag, gehalten vor der Physikalischen Gesellschaft Zürich am 20. April 1950.

der Corning-Glass-Corporation einen Glasfluss in reduzierender Schmelze her, der gleichzeitig  $\text{Ce}^{+++}$ - und  $\text{Au}^+$ -Ionen enthielt. Das im UV absorbierende  $\text{Ce}^{+++}$  übernimmt bei Exposition mit entsprechender Strahlung die Rolle, die vorher das  $\text{Br}^-$  spielte, so dass wir bekommen:



Die den Absorptionsstellen benachbart gelegenen  $\text{Au}^+$ -Ionen wirken als Elektronenfallen, so dass nach:



Goldatome entstehen. Da diese wie alle übrigen Komponenten unsichtbar sind, ist das «lichtempfindliche Glas» vor und nach der Bestrahlung zunächst nicht zu unterscheiden. Erhitzt man es aber, so wächst die Beweglichkeit der Bestandteile im Glas, so dass die Goldatome durch Koagulation zu grösseren Aggregaten zusammentreten können und ein purpur getöntes Bild sichtbar wird.

Eine solche Koagulation, nur anderer Art, findet auch im Silberbromid statt, wenn es Störstellen besitzt. In der photographischen Schicht entstehen sie beim Reifungsvorgang, indem die Oberfläche des Kristalls Fremdstoffe aus der Gelatine, meist schwefelhaltige Stoffe sowie reduziertes Silber, aufnimmt (SHEPPARD). Die vom Licht erzeugten Elektronen werden von einer solchen Störstelle eingefangen, so dass von diesem negativ geladenen «Vorkeim» oder «Reifkeim» Silber-Ionen angezogen und entladen werden können, die sich auf Zwischengitterplätzen aufhalten. Dadurch kann der Reifkeim wachsen und zum Entwicklungskeim werden, während das gebildete Br-Atom durch Defektleitung an die Kristalloberfläche gelangt und von der Gelatine gebunden wird. Diese in grossen Zügen skizzierte Vorstellung basiert auf Arbeiten von FAJANS, EGGERT und NODDACK, HILSCH und POHL, GURNEY und MOTT in den letzten Jahrzehnten. Gleichwohl ist die Forschung in verschiedenster Richtung tätig, um die Einzelheiten dieser durch zahlreiche Variablen

beeinflussten Sekundärvorgänge klarzustellen.

Hier ist eine Reihe von Arbeiten MEINDNER'S (3) zu nennen, in denen er noch einmal mit verfeinerten Methoden die Eigenschaften verschiedener Schichten überprüft: Absorption, Licht- und Quantenausbeute, Entwickelbarkeit u. ä. Diese Dinge sind vielleicht für die vorliegende Übersicht zu speziell. — Dagegen verdient nähere Erwähnung, dass STASIW und TELTOW (4) es erfolgreich versucht haben, photographische Schichten auf eine ganz ungewöhnliche Art, nämlich nicht durch Fällung, sondern aus der 430° C heissen Schmelze herzustellen. Die Schmelze enthält (wie das normale Korn!) neben AgBr wenige Procente AgJ, sowie 10<sup>-3</sup> % Ag<sub>2</sub>S; sie wird durch einen Gasstrom von 95 % N<sub>2</sub> und 5 % O<sub>2</sub> heiss versprüht, die feinsten Teilchen (alles im Dunkeln!) abgetrennt und in Gelatinelösung peptisiert. Die entstehenden Schichten zeigen praktisch normales Verhalten und in den günstigsten Fällen die höchst erreichbare Empfindlichkeit. — Andere Arbeiten haben das Studium der Gelatine zum Ziel; so ist es AMMANN (5) gelungen, einen rasch arbeitenden Test zur Klassifizierung der vielen zu verschiedenen Zwecken dienenden Gelatinen auszuarbeiten. Hierbei wird in der Prüfgelatine mit verschiedenen Konzentrationen c eine AgCl-Fällung hergestellt und die Grösse ihrer Trübung T zeitlich verfolgt. Aus der Gestalt der log c/log T-Diagramme der beobachteten Zeitkurven kann man recht zuverlässig auf den Gehalt der Gelatine an den wichtigsten photographisch wirksamen Stoffen schliessen. — Hierher gehört auch eine durch amerikanische Industrieberichte bekannt gewordene, von KOSLOWSKY und MÜLLER schon 1936 in der Agfa in Wolfen gefundene Methode, die sich des einwertigen, in einem Rhodankomplex gebundenen Goldes bedient. Der Elektrolyt wird der Emulsion bei ihrer Herstellung zugesetzt und steigert ihre Empfindlichkeit um das 2- bis 4fache, offenbar durch eine günstige Beeinflussung der Reifkeime (6). — Zu diesen Wirkungen während des Reifvorganges zählt schliesslich die des zweiwertigen Zinn-Ions, das selbst in einer Menge von 10<sup>-6</sup>, bezogen auf das beim Emulsionieren vorhandene Silber, eine ähnliche Empfindlichkeitssteigerung hervorzurufen vermag (7).

Das grössere Interesse gilt jedoch dem Einfluss, den die Art, Form, Grösse und Verteilung der Entwicklungskeime auf die nachfolgende Entwicklung haben, denn diese Teilchen spielen ja bei jenem Reduktionsvorgange die wichtige Rolle des Katalysators, durch den sich belichtete Stellen der Schicht von unbelichteten unterscheiden. Am einfachsten scheinen die Verhältnisse bei der physikalischen Entwicklung nach dem Fixieren zu liegen, bei der die Keime blossgelegt sind und als Kristallisationskeime für Lösungsgemische dienen, die an reduziertem Silber (wie Versilberungsflüssigkeiten) übersättigt sind. ARENS und EGGERT (8) konnten zeigen, dass die Menge des an den Keimen abgeschiedenen Silbers weder von Art, Form, Grösse oder Verteilung (im ursprünglichen AgBr-Korn), sondern lediglich von der Anzahl der Keime abhängt.

Komplizierter liegen die Dinge für die chemische Entwicklung, wie wir aus zahlreichen Erscheinungen wissen. Beim Schwarzschildeffekt z. B. hat die gleiche Lichtmenge, also die gleiche Anzahl absorbierter Quanten, eine verschiedene photographische Wirkung, je nachdem bei der Exposition eine hohe Beleuchtungsstärke kurzzeitig oder eine geringe Beleuchtungsstärke lange wirksam war. In grossen Zügen kann man sagen: Im ersten Fall herrscht beim Belichten im Kristall eine grosse Konzentration befreiter Elektronen, im zweiten eine niedrige; im ersten Falle bilden sich also viele kleine, im zweiten wenige grosse Entwicklungskeime, die zwar etwa gleichviel zusätzlich durch Licht entstandenes Silber, aber in so verschiedener Form und Verteilung enthalten, dass sie beim Entwicklungsvorgang verschieden wirken.

Man hat diese Vorstellung auf verschiedene Weise experimentell stützen können. Der englische Kodakkreis [BERG, BURTON, STEVENS (9)] bediente sich zweier aufeinanderfolgender Belichtungen der geschil- derten Art, von denen jede einzeln unter Umständen noch keinen fertigen Entwicklungskeim, sondern nur ein «subimage» zu bilden imstande ist. — Fräulein G. KORN-FELD (10) (Kodak Rochester, N. Y.) nahm — in Bestätigung früherer Versuche von LESZYNSKI (11) — den HERSCHEL-Effekt zu Hilfe. Bestrahlt man eine belichtete Schicht

mit an sich inaktivem rotem oder ultrarotem Licht, so ergibt sich nach der Entwicklung eine Abnahme des photographischen Effektes, die auf einer Dispersion des Keimsilbers — nicht auf einer Verminderung desselben, wie man anfangs annahm — beruht. Die Keime werden also zu kleineren aufgespalten, so dass im ganzen eine geringere Entwickelbarkeit der Schicht resultiert. Fräulein KORNFIELD beobachtete nun, dass bei gleicher Nachbelichtung ein um so geringerer HERSCHEL-Effekt eintritt, mit je kleinerer Beleuchtungsstärke die Vorbelichtung erfolgt, in dem Sinne also, dass grössere Keime durch die Nachbelichtung schwerer dispergieren lassen als kleinere. Aber noch ein anderer Effekt zeigte sich: Eine bald nach der Vorbelichtung mit Rot bestrahlte Schicht lieferte einen wesentlich grösseren HERSCHEL-Effekt als eine solche, bei der zwischen den beiden Belichtungen eine längere Zeit (Wochen) verstrich. Dies würde bedeuten, dass nach der ersten Belichtung noch eine nachträgliche Koagulation des latenten Bildes erfolgt, die die Dispersion des Keimsilbers ebenso erschwert, wie wenn der Keim durch schwache, langdauernde Belichtung entstanden war. Ob das viel diskutierte «Fading» bei der Wirkung von Korpuskularstrahlen auf die photographische Schicht wenigstens teilweise auf einer ähnlichen zeitlichen Veränderung der Keime beruht, ist nicht bekannt; es wäre aber daran zu denken, eine Rotnachbelichtung (in diesem Falle zur Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes) anzuwenden, denn an sich ist durch die Versuche der Damen FARAGGI und ALBOUY (12) wahrscheinlich geworden, dass das Fading auf einer teilweisen Oxydation der Keime durch Sauerstoff bei Gegenwart von Feuchtigkeit beruht.

Zu der Verteilung der Keime auf die Oberfläche und den Innenraum des Silberbromidkristalls mögen nur zwei Beispiele berichtet werden. Das eine stammt aus der Physikergruppe in Liège bei A. HAUTOT und wurde von seinem Mitarbeiter DEBOT (13) angegeben: Schaltet man zwischen die beiden Belichtungen, die normalerweise den HERSCHEL-Effekt liefern würden, eine Behandlung der Schicht mit einem milden Oxydationsmittel ein (so dass die Oberfläche der Körner auf chemischem Wege

von allen Keimen der ersten Belichtung entblösst wird, so dass also auch keine Entwicklung stattfinden könnte), so baut sich überraschenderweise nach der zweiten (also der roten) Belichtung an der Oberfläche durch Dispersion der Innenkeime ein neues entwicklungsfähiges, latentes Bild auf. Durch diese Art Umkehr des HERSCHEL-Effektes ist die Existenz der Innenkeime erwiesen. — Das zweite Beispiel: Es ist gelungen, photographische Schichten herzustellen, bei denen die Vorkeime der Reifung und dementsprechend daraus auch die Entwicklungskeime während der Belichtung überwiegend im Innern der Körner entstehen. Solche Schichten liefern nach normaler Belichtung und Entwicklung nur ganz unbedeutende Schwärzungen. Setzt man jedoch dem Entwickler eine geeignete Menge Natriumthiosulfat — also Fixiersalz — zu, so entsteht (weil die Körner durch Auflösung langsam abgebaut und dadurch die Innenkeime zu Oberflächenkeimen werden, die nunmehr die Entwicklung anregen) ein normal abgestuftes und geschwärztes Bild. — Die Existenz der Innenkeime lässt sich aber auch noch auf andere Weise dartun. Man beginnt die Entwicklung der belichteten Schicht (nunmehr wiederum mit einem normalen Entwickler) für etwa 1 Minute; dann belichtet man die Schicht als Ganze, während sie noch in der Entwicklungsflüssigkeit liegt, kurzzeitig mit weissem Licht und setzt die Entwicklung fort. Das Ergebnis ist ein starker SABATTIER-Effekt, d. h. die Schicht erscheint schliesslich als Positiv, weil die ursprünglich wenig oder gar nicht belichteten Schichtteile durch die Entwicklersubstanz oberflächlich sitzende Elektronenfallen bekommen haben, so dass die zweite Belichtung daran Keime aufbauen kann, die nunmehr zur Entwicklung jener Körner führen, während die bereits unentwickelten Körner blockiert sind und die zweite Lichtwirkung nicht mehr zusätzlich in Erscheinung treten lassen. Historisch nicht uninteressant ist, dass diese eigentümlichen Schichten, die den SABATTIER-Effekt in seiner reinsten Form liefern, während des Krieges sowohl in Deutschland — ARENS und EGGERT (14) — als auch in England — KNOTT und STEVENS (15) studiert worden sind. — Eine nicht zu übersehende Schwierigkeit für die Deutung aller in diesem Absatz berichteten Erscheinungen bie-

tet die Entstehung der «Innenkeime». Neben ARENS ist besonders J. W. MITCHELL (16) darum bemüht, einen Mechanismus hierfür aufzustellen, denn der Aufbau dieser katalytisch wirkenden Teilchen kann sich nicht wie an der Oberfläche der Silberbromidkörner, ausgehend von sulfidischen oder metallischen Störzentren, die mit dem Reifvorgang verknüpft sind, vollziehen, sondern er muss schon bei der Bildung des Kornes während seiner Fällung vorbereitet sein; MITCHELL nimmt daher an, dass neben der FRENKELschen Fehlordnung im Kristall, bei der eine gewisse Zahl von Silber-Ionen das Idealgitter verlässt und sich auf Zwischengitterplätze begibt, und die für die Bildung des latenten Oberflächenbildes eine wichtige Rolle spielt, auch die SCHOTTKYSche Fehlordnung vorliegen muss, bei der positive und negative Ionen paarweise in mehr oder weniger grosser Zahl im Gitter ausfallen und Leerstellen hinterlassen, von denen die negativen zur Aufnahme der im photographischen Primärvorgang freige-machten Elektronen dienen können. Diese «Farbzentren» im Sinne der alten Untersuchungen POHL's bilden nach MITCHELL die Ansatzstellen für die Innenkeime.

Manches Problem stellt weiterhin die Wirkung hochenergetischer Strahlen auf die photographische Schicht. Während wir für das Licht (4000 Å) wissen, dass unter günstigen Bedingungen jedes absorbierte Quantum  $h\nu$  ein Elektron auslöst, das zur Bildung je eines Silber- und Bromatoms führt, wächst diese Zahl für Strahlungen höherer Elementarenergie, also z. B. für Röntgenstrahlung mittlerer Wellenlänge (0,4 Å) auf das 1000fache an (17). Dementsprechend vermag auch ein Lichtquantum nur in günstigen Fällen ein Silberbromidkorn entwicklungsfähig zu machen, während bei Röntgenstrahlung jener Wellenlänge jedes absorbierte Quant die Entwickelbarkeit des getroffenen Kornes zur Folge hat, offenbar wegen der 1000 am gleichen Korn entstandenen Silberatome. Diese vorerst sehr übersichtlich anmutenden Verhältnisse haben jedoch durch neuere Forschungen noch eine wichtige Erweiterung erfahren. Schon früher wurde nämlich vermutet und durch Zählungen sowohl (17) wie durch den CALLIER-Effekt (18) bestätigt, dass das bei der Absorption des Röntgenquants ausgelöste Photoelektron bei hinreichend gros-

ser Energie das Korn, in dem es entstand, verlässt und weitere in der Nachbarschaft befindliche Körner beeinflusst. Diese Beobachtung konnte durch weitere Untersuchungen bestätigt und ausgebaut werden. So fand HOERLIN (19), dass mit abnehmender Wellenlänge der Röntgenstrahlung die Zahl der vom Photoelektron getroffenen Körner immer grösser wird und bei 0,07 Å für besondere Schichten den Wert 100 erreicht. Entsprechend zeigte HERZ (20) an Mikrophotogrammen, dass sich in der Tat bei sehr silberreichen Schichten neben den Schleierkörnern regelrechte Ketten von entwickelten Teilchen vorfinden, die umso länger sind, je kurzwelliger die belichtende Strahlung war. Darüber hinaus wiesen aber MÜLLER und HOERLIN (21) nach, dass nicht jedes getroffene Korn auch entwicklungsfähig wird, sondern dass man die Entwickelbarkeit wesentlich steigern, mit anderen Worten, die Röntgenstrahlenempfindlichkeit der Schicht beträchtlich erhöhen kann, wenn man die früher (6) erwähnte Goldsensibilisation anwendet, wobei der Faktor, um den sich die Empfindlichkeit durch die Goldbehandlung steigert, mit abnehmender Wellenlänge wächst; bei 0,07 Å beträgt er etwa 10. Solche Ketten, in denen sich der Weg der Photoelektronen zu erkennen gibt, sind für  $\alpha$ -Strahlen, Protonen und andere Teilchen schon lange bekannt. An Hand dieser Kornbilder und ihrer Analyse nach Lage, Dichtigkeit und Länge der Kornketten hat man nicht nur gelernt, Masse und Energie der erzeugenden Teilchen zu erkennen, sondern man hat mit dieser Methode grosse Fortschritte in der Erforschung der Kernvorgänge und der Natur der Höhenstrahlung erzielen können (22). Es würde zu weit führen, hier näher auf diesen Gegenstand einzugehen.

Auch über das Wesen der Keime liesse sich noch mancherlei berichten, z. B. die «Übersensibilisierung», das ist die Empfindlichkeitssteigerung der Schicht durch eine Behandlung kurz vor der Exposition, und über die «Latensifikation», das ist die Verstärkung des latenten Bildes vor der Entwicklung, Gebiete, über die in der angelsächsischen Literatur in den letzten Jahren mehrfach berichtet wurde (23). Wir wollen aber nur noch kurz den Mechanismus der optischen Sensibilisation betrachten. Nach allem, was wir wissen, spielt der

Sensibilisator-Farbstoff, der an der Kornoberfläche adsorbiert ist, lediglich die Rolle eines Katalysators. Er absorbiert die Energie und gibt sie an das Kristallgitter weiter, so dass der früher geschilderte Vorgang der Keimbildung praktisch beliebig oft ablaufen kann — EGGERT, MEIDINGER und ARENS (24). Die Frage ist nur, ob die Farbstoffmolekel ein Elektron freigibt (und später wieder einfängt), oder ob sie ein Exiton weiterleitet. Das Problem wird nach verschiedenen Richtungen und Methoden bearbeitet, namentlich im Kodaklaboratorium (25).

In jedem Falle dienen die durch Eigenabsorption des Kristalls oder über Sensibilisation gebildeten Keime bei der Entwicklung als Katalysatoren für den Reduktionsvorgang des Silberbromids zu Silber, was man u. a. daran erkennt, dass sich entwickelte Körner unter dem Elektronenmikroskop zu knäuelartigen Gebilden auflösen lassen, die aus lauter feinen Silberfäden bestehen, an deren Enden vermutlich die Keime gelegen haben (26). Über Einzelheiten des Reduktionsmechanismus sind die Forschungen noch in vollem Gange.

Als Abschluss unseres theoretischen Teils sei noch kurz über einen eigenartigen photochemischen Vorgang berichtet, der vorerst nur einen losen Zusammenhang zur Photographie besitzt. Alle phototechnischen Prozesse verlaufen in der Weise, dass das absorbierte Licht (zumeist mit der Quantenausbeute 1) an der belichteten Schicht Veränderungen hervorruft, die nachträglich durch einen Entwicklungsprozess sichtbar gemacht werden. Beim photographischen Vorgang ist es die katalytische Reduktion des belichteten Silberbromids, bei der Diazotypie die Umwandlung der nicht belichteten Substanz in einen Azofarbstoff, beim Gelatine-Chromatprozess das Quellenlassen oder Lösen der unbelichteten Schichtteile. Es bestand die Frage, ob es feste Stoffe gibt, bei denen (wie z. B. beim Chlorknallgas) das Licht nur die Rolle eines Impulses spielt und die dann im Dunkeln weiter zu reagieren vermögen. An sich waren solche Systeme nur in der Gruppe der endothermen Substanzen, also bei solchen Stoffen zu suchen, die Sprengstoffcharakter besitzen. In der Tat liessen sich bisher zwei derartige Substanzen finden: der Jodstickstoff und das BERTHOLETSche Knallsilber. Beide zeichnen sich durch höchste Empfindlich-

keit gegenüber mechanischen Einflüssen aus und beide detonieren auch erst bei Bestrahlung mit den gewaltigen Lichtintensitäten, wie sie von (am besten) elektrischen Blitzlichtquellen geliefert werden, wobei beide auf alle Wellenlängen des sichtbaren Spektrums — also panchromatisch — reagieren. Grössenordnung:  $3.10 \text{ hv}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s})$ , eine Leistung, die jedoch nur  $10^{-4} \text{ s}$  lang zu wirken braucht. Der Jodstickstoff kann auch zur Herstellung von Bildern herangezogen werden, wenn er in Zellulosefasern inkorporiert wird. Man kann Halbtonbilder auf solchen Papieren erzeugen, wenn man sie als Auskopiermaterial, z. B. mit Quecksilberlicht und dann mit einer Quantenausbeute unter 1 benutzt. Man kann aber auch den Detonationsvorgang bei solchen Papieren zur Erzeugung von Strichzeichnungen verwenden, wenn man mit Blitzlicht kopiert (27).

Wir kommen nun zu dem technischen Teil unserer Ausführungen, der über den Stand einiger neuerer Verfahren kurz berichten soll.

Über das «Photosensitive Glass» sprachen wir bereits. Ergänzend sei erwähnt, dass Corning Glass noch eine zweite Sorte herstellt, die eine opake Ausscheidung liefert und die für die Ausstattung von Leuchten zur Verhinderung von Blendwirkungen dient.

Ferner ist über die Vektographbilder der Polaroid Corporation zu berichten (28). Hier handelt es sich um ein Verfahren, das auf einer Aluminiumunterlage die beiden Positive stereoskopischer Aufnahmen in Gestalt verschieden polarisierender Farbstoffbilder entstehen lässt, so dass jedes Auge, wenn es mit einem entsprechenden Polfilter ausgestattet ist, nur das korrespondierende (Schwarzweiss-)Bild erblickt und man den gewohnten stereoskopischen Eindruck erhält. Das Verfahren ist somit eine ermüdungsfreie Abwandlung der bekannten Anaglyphenmethode. Die polarisierenden Farbstoffbilder entstehen nach einer schon von KÄSEMANN (29) etwa 1938 angegebenen Methode, indem auf saugfähige orientierte Schichten, z. B. auf gereckte Hydratzellulose ein geeignet gefärbter Farbstoff (am einfachsten gelöstes Jod) von einem Auswaschrelief übertragen wird.

Als weitere wichtige Neuerung wird aus Amerika berichtet (30), dass man mit Er-

folg versucht hat, das Röntgenschirmbild durch einen Bildwandler um ein Vielfaches zu verstärken, so dass eine Verbesserung sowohl der direkten visuellen Beobachtung als auch der Schirmbildphotographie zu erwarten ist.

Schon seit etlichen Jahren arbeitet man an mehreren Orten daran, die «Diffusionsmethode» zu fruchtbarer Anwendung zu bringen. Sie arbeitet prinzipiell folgendermassen: Übersichtet man eine normal belichtete Schicht mit einem Entwickler, der gleichzeitig Natriumthiosulfat enthält, so wird an den belichteten Stellen Reduktion, an den gar nicht oder wenig belichteten eine Lösung des Silberbromids eintreten. An diesen Stellen enthält also die Flüssigkeitshaut nunmehr sowohl Reduktionsmittel als auch gelöstes Silber, das sich wiederum erst dann als Niederschlag ausscheiden kann, wenn Keime vorliegen. Bringt man nun eine Papierschicht, die oberflächlich Keime, z. B. aus kolloidem Silber, trägt, mit jenem System in Kontakt, so findet die Silberausscheidung sehr rasch statt, und man erhält auf dem aufgepressten Papier ein Positiv. Dieser zuerst von A. ROTT (31) und kurz darauf von Fräulein E. WEYDE (32) in eine greifbare Form gebrachte Gedanke wurde unabhängig von den Firmen Gevaert und Agfa zu Produkten verwertet, die die Lösung einer Anzahl praktischer Aufgaben gestatten: Herstellung von Papiervergrößerungen nach Farbtransparenten, Photokopien und Reflexkopien, Konturzeichnungen usw. (Gevaert-Diaversal und -Linitex, Agfa-Copyrapid und -Directoflex). — Eine besonders eindrucksvolle Anwendung der gleichen Idee stellt die «Polaroid-Land-Kamera» dar, in der durch eine Reihe technischer Kunstgriffe der Prozess innerhalb einer Minute bis zur Entnahme des Positivs abläuft (33).

Ein anderes in Amerika ausgearbeitetes Schnellverfahren, «Xerography», arbeitet mit photoelektrischer Leitfähigkeit (34). Eine Metallplatte ist mit einem geeigneten Isolator überzogen, auf dem durch Sprühentladung eine elektrische Doppelschicht erzeugt werden kann. Wird dieses System belichtet, so wird der Isolator leitend; die Doppelschicht gleicht sich aus, so dass nur noch an den unbelichteten Stellen Ladungen verbleiben. Man überstäubt die Oberfläche mit entgegengesetzt geladenem, gefärbtem Harzstaub, der nur an den geladenen Stellen haftet und auf eine wieder entgegengesetzt geladene Papierschicht übertragen werden kann, wo er durch kurzes Erwärmen fixiert wird. Das Papier trägt jetzt ein seitenrichtiges Positiv des aufgenommenen Originals.

Dasjenige Gebiet der Photographie, das gegenwärtig die stärkste Entwicklung zeigt, ist die Farbenphotographie. Sieht man von dem Technicolor-Verfahren ab, nach dem gegenwärtig in der Welt wohl die meisten Farbenfilme hergestellt werden, so beherrscht der Farbentwicklungsprozess das Feld weit überwiegend in allen Anwendungsformen. Eine ins einzelne gehende Darstellung würde den Rahmen dieser Übersicht erheblich überschreiten; wir müssen uns daher mit dem Hinweis begnügen, dass heute fast alle grösseren photographischen Weltfirmen das Verfahren in irgendeiner Ausführungsform auf dem Markt haben. Im übrigen verweise ich auf einige neuere Literatur (35).

Auch auf die Fortschritte auf dem Gebiete der Ultrakurzzeit-Lichtquellen und der Hochfrequenz-Kinematographie müssen wir es uns versagen, einzugehen, weil auch diese beiden grossen und wichtigen Gebiete der Photographie eher die Behandlung in einem Sonderabschnitt erfordern.

#### Literatur:

- (1) MEIDINGER, W.: Fluoreszenz und Empfindlichkeit photographischer Halogensilbergelatineschichten bei tiefen Temperaturen, Physik. Z. 41 (1940) 227—285.
- (2) STOOKEY, S. O.: Photosensitive Glass, Industrial and Engineering Chemistry 41 (1949) 856—861.
- (3) MEIDINGER, W.: Die Quantenausbeute bei der Photolyse des Halogensilbers

in photographischen Schichten auf Grund der Eigenabsorption des Halogensilbers, Z. Wiss. Phot. 44, (1949) 1—43.

MEIDINGER, W.: Die Quantenausbeute bei der durch photolytisch gebildetes Silber sensibilisierten Photolyse des Halogensilbers in photographischen Schichten, Z. Wiss. Phot. 44 (1949) 138—172.

- MEIDINGER, W.: Relations entre sensibilité, masse de l'image latente et dimensions du grain, *Sc. et Ind. Phot.* 20 (1949) 321—333.  
Vergleiche hierzu auch:
- BILTZ, M.: Dependence of the Sensitivity of unsensitized Emulsions upon Temperature, *Journ. Opt. Soc. Am.* 39 (1949) 994—1008.
- (4) STASIW, O. und TELTOW, J.: Versuche zur Herstellung neuartiger Silberbromid-Emulsionen, *Z. f. Anorg. Ch.* 257 (1948) 103—108.
- (5) AMMANN-BRASS, H.: Verfahren zur Kennzeichnung photographischer Gelatine, *Koll. Z.* 110 (1948) 1—35.
- (6) MUELLER, F. W. H.: Some Remarks on Gold Treatment of Photographic Silver Halide Emulsions, *J. O. S. A.* 39 (1949) 494—496; daselbst weitere Literatur.
- (7) USP 2487850 (Kodak Rochester, N.Y.) sowie LOWE, W.G., JONES, J. E. und ROBERTS, H. E.: Some chemical factors in emulsion sensitivity, Vortrag auf der Photographischen Konferenz in Bristol, März 1950 (Sonderband im Druck).
- (8) EGGERT, J.: Zur katalytischen Abscheidung von Silber, *Helv. Chim. Acta* 30, (1947) 2114—2119; daselbst weitere Literatur.
- (9) BURTON, P. C. und BERG, W. F.: A Study of Latent-Image Formation by a Double-Exposure Technique, *The Photogr. J.* 86B (1946) 1—24.  
BERG, W. F.: Les Sous-Germes et la Dispersité des Germes de l'Image latente, *Sc. et Ind. Phot.* 20 (1949) 401—409.
- (10) KORNFELD, G.: The HERSCHEL-Effekt and the Structure and Stability of the Photographic Latent Image, *J.O.S.A.* 39 (1949) 490—494.
- (11) LESZYNSKI, W. F.: Studien über den HERSCHEL-Effekt, *Z. Wiss. Phot.* 24 (1926) 275—291.
- (12) FARAGGI, H. et ALBOUY, G.: Le Rôle de l'Oxygène de l'Air et du  $p_H$  de l'Emulsion dans le Phénomène de l'Evanouissement de l'Image Latente, *Sc. et Ind. Phot.* 20 (1949) 336—338.
- (13) HAUTOT, A. et SAUVENIER, H.: Sur l'Effet Debot, *Sc. et Ind. Phot.* 20 (1949) 286—298.
- (14) DRP 749864 vom 6. Dez. 1944, ange-
- meldet 12. Febr. 1938, Erfinder: ARENS, H. und EGGERT, J., sowie ARENS, H.: Über den Sabattier-Effekt I, II, III, IV, *Z. Wiss. Phot.* 44 (1944) 44—50, 51—57, 172—181, 45 (1950) 1—7.
- (15) Brit. Pat. 581772, 581773, vom 24. Okt. 1946, angemeldet 2. Sept. 1942. Erfinder: KNOTT, E. B. und STEVENS, G. W. W., sowie Brit. J. of Photogr. 94 (1947) 103.
- (16) MITCHELL, J. W.: Propriétés des Halogénides d'argent, contenant des traces de Sulfure d'argent, Journées Internationales des Sciences Photographiques 1950, *Revue d'Optique Paris*, S. 58—61, sowie *Philos. Mag.* [7] 40 (1949) 249—268, fortgeführt im Sammelband über die Photographische Konferenz in Bristol 1950 (im Druck).
- (17) EGGERT, J. und NODDACK, W.: *Z. f. Physik* 43 (1927) 222—229 44 (1927) 155, 51 (1928) 796—804.
- (18) EGGERT, J. und SCHOPPER, E.: *Agfa Veröff. Bd. VI* (1937) 159—169; *Z. Wiss. Phot.* 37 (1939) 221.
- (19) HOERLIN, H.: *J. Opt. Soc. Am.* 39 (1949) 891.
- (20) HERZ, R. H.: *Physic. Rev.* 75 (1949) 478; *Photogr. J.* 89B (1949) 89—96.
- (21) MUELLER, F. W. H. und HOERLIN, H.: Gold Sensitisation of X-Ray-Film, *J. Opt. Soc. Am.* 40 (1950), sowie Vortrag auf der Photographischen Konferenz in Bristol 1950 (im Druck).
- (22) Über diese Korpuskularstrahlen-Photographie besteht bereits eine ansehnliche Literatur. Zusammenfassungen finden sich in:  
POWELL, C. F. und OCCHIALINI, G. P. S.: *Nuclear Physics in Photographs* (The Clarendon Press, Oxford, 1947).  
MEYER, P.: *Naturwissenschaften* 12 (1948) 369—374.  
SCHOPPER, E.: Die photographische Platte als Messinstrument in der Kernphysik. *Physikal. Blätter* 6 (1950) 112 bis 122.
- WEBB, J. H.: *Phys. Rev.* 74 (1948) 551.  
HERZ, R. H.: *Phys. Rev.* 75 (1949) 478.
- (23) MILLER, H. A., HENN, R. W. und CRABTREE: Methods of increasing film speed. *Journ. Phot. Soc. Am.* 12 (1946) 586—610.  
MUELLER, F. W. H. and BATES, F. W. H.: A new Method of intensifying the

- Latent Image, Journ. Phot. Soc. Am. 10 (1944) 586—592.
- SHEPPARD, S. E., VANSELOW, W. und QUIRK, R. F.: Hypersensitising and Latensification, Journ. of the Franklin Inst. 240 (1945) 439—468.
- (24) EGGERT, J., MEIDINGER, W. und ARENS, H.: Zum Mechanismus der photographischen Sensibilisation. Helv. Chim. Acta 31 (1948) 1163—1168.
- (25) CARROLL, B. H. und WEST, W.: Optical Sensitisation — WEST, W.: Correlations between photographic and photoconductive sensitivity of silver halides; zwei zusammenfassende Vorträge auf der Photogr. Konferenz in Bristol 1950 (Sammelband im Druck).
- (26) KÜSTER, A.: Elektronenmikroskopische Untersuchungen an entwickelten photographischen Schichten, Z. Wiss. Phot. 43 (1948) 191—200.
- (27) EGGERT, J.: Contribution of the Photochemistry of endothermic compounds, Vortrag auf der Photographischen Konferenz in Bristol, 1950 (Sammelband im Druck).
- (28) LAND, E. H.: Vectors: Images in Terms of Vectorial Inequality and their Application in Three-Dimensional Representation, J.O.S.A. 30 (1940) 230—238.
- (29) KÄSEMANN, E.: Der Dichroismus des Zellulosefarbstoffkomplexes und seine technische Anwendung als Polarisationsfilter, Optik 3 (1948) 521—533.
- (30) COLTMAN, J. W.: Fluoroscopic Image Brightening by Electronic Means. Radiology 51 (1948) 359—367.
- (31) ROTT, A.: Un nouveau principe de l'inversion: L'inversion transfère par diffusion, Sc. et Ind. Phot. 13 (1942) 151 bis 152 sowie Brevet français 873507 (Priorität 1939).
- (32) WEYDE, E.: Woher stammen die photo-technischen Grundlagen für die Ein-Minuten-Kamera? Foto-Kino-Technik 2 (1948) 229—232, sowie Schweiz. Pat. 240472 (Priorität 1941) I.G.Farbenindustrie AG.
- (33) LAND, E. H.: A new One-Step Photographic Process, J.O.S.A. 37 (1947) 61 bis 77.  
VARDEN, L. E.: One-Step Photographic Processes, psa-Journ. 13 (1947) 551 bis 554.
- (34) Xerography, a Dry Printing-Process, Electrical Engineering 46 (1949).
- (35) MEES, C. E. K.: Modern Colour Photography, Endeavour VII (1948) 131—140.  
SPENCER, D. A.: Colour Photography in Practice, 3rd. Ed., Henry Greenwood & Co. Ltd., London (1948).  
BERGER, H.: Agfacolor, Verlag W. Girardet, Wuppertal (1950).  
LUMMERZHEIM, H. J.: Farbenphotographie, Verlag für Radio-Foto-Kino-Technik, Berlin-Borsigwalde (1950).  
ROBINS, J. und VARDEN, L. E.: Photoelectric Controls for Color Printing, Electronics (Juni 1946).  
EGGERT, J.: Die wichtigsten Verfahren der Farbenphotographie, Experientia (1950) (im Druck).