

TECHNISCHE GRUNDLAGEN DER FLIEGERFILMHERSTELLUNG

Von H. Hückstädt, Leverkusen

Einleitung

Der beste Operator und die beste Luftbildkamera können keine besseren Bilder erzeugen, als es der Film zuläßt. Alle drei bilden eine Einheit, in welcher das schwächste Glied das Ergebnis bestimmt.

Diese Ausführungen beschäftigen sich mit dem Film. Sie sollen zeigen, in welcher Weise die Eigenschaften der Filmmaterialien von den Umständen ihrer Herstellung abhängen. Hierbei wird deutlich werden, daß der Wünsche zwar viele sind, aber nicht jeder Wunsch ohne weiteres in Erfüllung gehen kann. Filmmaterialien sind weitgehend das Ergebnis einer Reihe von Kompromissen zwischen einander widersprechenden Parametern. Der beabsichtigte Verwendungszweck bestimmt die Art dieses Kompromisses, der bei der Konzeption eines Materials eingegangen werden muß. Dies gilt für alle photographischen Materialien, somit auch für Fliegerfilme.

Um unseren Zweck zu erreichen, teilen wir das zu besprechende Gebiet in einige Abschnitte ein. Es sind dies:

1. Allgemeine Forderungen an ein Aufnahmematerial
2. Herstellung der photographischen Emulsion
 - 2.1 Fällung des Halogensilbers und Ostwaldreifung
 - 2.2 Chemische Reifung
3. Vergießen der Emulsion
4. Verarbeitung
5. Spezielle Forderungen an Fliegerfilme

1. Allgemeine Forderungen an ein Aufnahmematerial

Ehe über Möglichkeiten und Probleme der Herstellung von Filmen gesprochen wird, wollen wir überlegen, welche Forderungen überhaupt an das Fotomaterial zu stellen sind. Zusammengefaßt müssen wir verlangen:

- Genügende Lichtempfindlichkeit
- Passende Gradation und genügenden Belichtungsspielraum
- Gute Lagerhaltbarkeit
- Dem Aufnahmzweck entsprechende Farbempfindlichkeit (Sensibilisierung)
- Einfache Verarbeitbarkeit, gleichmäßige Resultate
- Optimale physikalische Eigenschaften (Härtung, Antistatik, Planlage, Druckempfindlichkeit, mechanische Widerstandsfähigkeit usw.)

Diese Forderungen variieren natürlich je nach Verwendungszweck. Wenn wir jetzt die Herstellung eines Films in einzelnen Stufen betrachten, so werden wir sehen, an welcher Stelle welche Eigenschaften hervorgerufen und beeinflußt werden können.

2. Herstellung der fotografischen Emulsion

Die fotografische Emulsion ist der Träger aller fotografischen Eigenschaften des Films. Sie besteht aus einer Suspension kleiner Kristalle von Silberhalogenid in einem Gelatinegel. Die Bezeichnung Emulsion, wenngleich eingebürgert, ist also eigentlich falsch.

Aus Gründen der praktischen Verwendbarkeit ist das Gelatinegel auf einer permanenten Unterlage aufgebracht, die verschiedener Art sein kann - transparente Folie, Papier oder auch schließlich Glas.

Der lichtempfindliche Teil der Emulsion ist das Silberhalogenid. Da dieses jedoch normalerweise eine feste Substanz ist, bedarf es eines Trägers, um es in dünner Schicht gleichmäßig ausbreiten zu können. In diesem Sinne spielt die Gelatine die Rolle eines Bindemittels. Sie hat jedoch noch weitere Aufgaben. Zum einen übt sie - obwohl selbst nicht lichtempfindlich - bei der Herstellung des Silberhalogenids einen nicht unbedeutenden Einfluß auf die Eigenschaften der gebildeten Kristalle aus, zum anderen erlaubt sie später bei der Entwicklung durch Quellung ihres Gels den Molekülen der Entwicklersubstanz ungehindert Zutritt zum belichteten Halogensilber, ohne daß der Filmverband seine Form verliert. Schließlich dient sie bei der Fällung des Silberhalogenids als Schutzkolloid.

Kernstück der lichtempfindlichen Materialien ist jedoch das Halogensilber selbst. Daher müssen wir bei seiner Herstellung einige Zeit verweilen.

2.1 Fällung des Halogensilbers und Ostwaldreifung

Prinzipiell kommen drei Silberhalogenide in Betracht,

das Silberchlorid	AgCl
Silberbromid	AgBr
Silberjodid	AgJ

Alle drei sind lichtempfindlich, doch unterscheiden sie sich im Ausmaß dieser Lichtempfindlichkeit und auch in einigen anderen Dingen. AgCl wird vornehmlich in Papieremulsionen und einigen speziellen Filmemulsionen (etwa Mikrofilmen) verwendet, die sämtlich relativ wenig empfindlich sind. AgBr hingegen findet man in den verschiedensten Arten von Aufnahmeplatten sowie technischen Materialien (grafische Filme, Röntgenfilme), meist in einer Mischung mit Silberjodid. Letzteres wird allein nicht verwendet, doch gestattet es in Mischung mit AgBr ein feines Einstellen der Gradation in der Mischemulsion. Je höher der Jodidanteil einer Bromsilberemulsion ist, desto flacher wird die Gradation - bei sonst gleichen Bedingungen.

Fliegerfilme bestehen auch aus derartigen Mischemulsionen (Bromjodsilberemulsionen), wobei der Jodidanteil naturgemäß je nach gewünschter Gradationslage schwankt.

Betrachtet man den chemischen Vorgang der Halogensilberfällung, so ist dieser denkbar einfach. Er folgt (am Beispiel des AgBr) der folgenden Gleichung:



Das Kaliumbromid steht hierbei nur als Beispiel.

Die übrigen Silberhalogenide stellt man analog dar. Von dieser Hinsicht her hätte der Prozeß wohl keinerlei Komplikationen. Die Probleme liegen im Detail. Es kommt nämlich entscheidend auf die äußeren Bedingungen an, unter welchen die Fällung stattfindet.

Diese Bedingungen sind:

- Fällungsgeschwindigkeit
- Fällungstemperatur
- Digestionszeit des gefällten Halogensilbers
- Konzentration der Fällungslösungen
- Konzentration an Gelatine
- Überschuß an Kaliumbromid (oder einem anderen Halogenid)

Es ist nun notwendig, etwas über den äußeren Ablauf der Fällungen zu sagen. Grundsätzlich fällt man das Silberhalogenid so, daß das zur Fällung der vorgesehenen Silbernitratmenge benötigte Kaliumbromid (zuzüglich eines Überschusses) zusammen mit einer bestimmten Gelatinemenge in einem Kessel vorgelegt wird. Die Gelatine dient an dieser Stelle als Schutzkolloid für das Silberbromid, um dessen Absetzen am Boden zu verhindern. Die vorgelegte Lösung wird auf eine bestimmte Temperatur gebracht, die bei etwa 60 - 80° liegt. Nun läßt man unter Rühren mehr oder weniger langsam die gleichfalls erwärmte Silbernitratlösung einlaufen.

Silberbromid bildet sich als unlösliche Substanz in Form mikroskopisch kleiner Kriställchen, die durch die Gelatine am Absitzen gehindert werden und somit in der Schwebe bleiben.

Diese Bromsilberkriställchen sind nur gegen die kurzwelligen Anteile des Spektrums empfindlich, weshalb ihre Herstellung auch bei fotografisch unwirksamem roten Licht erfolgen kann. Das Ausmaß der Lichtempfindlichkeit, welches sie aufweisen, hängt maßgeblich von der Größe der gebildeten Kriställchen ab (Bereich etwa 0.1 bis 2 μ). Innerhalb gewisser Grenzen steigt die Empfindlichkeit (quantitativ, nicht spektral) mit zunehmender Kristallgröße ständig an. Es ist deshalb notwendig, von vornherein zu wissen, welche Empfindlichkeitslage die jeweilig hergestellte Emulsion haben soll.

Die zunächst ausgefällten Bromsilberkristalle sind recht klein und somit unempfindlich. Sie haben im Durchschnitt auch alle etwa die gleiche Größe. Um Kristallgröße und damit Empfindlichkeit zu erhöhen, wird das gefällte Silberbromid eine zeitlang bei erhöhter Temperatur unter Rühren digeriert. Hierbei finden Umlösungs- und Wachstumsprozesse statt. Auf Kosten etwas kleinerer Kristalle, die sich dabei auflösen, wachsen andere Kristalle zu einem mehrfachen ihrer ursprünglichen Größe heran. Man kann diesen Prozeß unterstützen, indem man die Fällung in mehreren Abschnitten, die jeweils durch eine Digestionspause unterbrochen sind, durchführt. Andere Methoden zur Erhöhung des Wachstums und damit der Empfindlichkeitserhöhung bestehen in Anwendung gesteigerter Fällungstemperatur und im Zusatz von halogensilberlösenden Substanzen. Eine solche halogensilberlösende Substanz ist das Kaliumbromid selbst, welches zur Fällung benötigt wird. Aus diesem Grunde verwendet man es im Überschuß.

Den gesamten Prozeß des Wachstums und der Empfindlichkeitserhöhung der Bromsilberkristalle nennt man "physikalische oder Ostwald-Reifung". Neben der Empfindlichkeitserhöhung hat er zur Folge, daß die zuerst recht enge Korngrößenverteilung immer breiter wird.

Diese Korngrößenverteilung hat einen Einfluß auf die Gradation in der Weise, daß mit zunehmender Breite der Verteilung die Gradation flacher wird. Wenn wir zusammenfassen, so werden in diesem ersten Abschnitt der Emulsionsbereitung bereits die wesentlichen Merkmale der Emulsion festgelegt:

1. Die Empfindlichkeit durch entsprechende Führung von Fällung und Ostwaldreifung.
2. Die Gradation durch weitere oder engere Korngrößenverteilung.
3. Die Körnigkeit des Films, da ja mit steigender Empfindlichkeit die Kristallgröße ansteigt.

Hier haben wir bereits ein anschauliches Beispiel für die eingangs betonte Notwendigkeit zu Kompromissen. Einer der ausgeprägtesten Kompromisse ist die ziemlich weitgehende Proportionalität von Körnigkeit und Empfindlichkeit. Höher empfindliche Filme sind grobkörniger! Es leuchtet ein, daß es nicht möglich ist, einen höchstempfindlichen Film mit sehr feiner Körnigkeit herzustellen.

Ein weiterer zu berücksichtigender Punkt ist der Zusammenhang zwischen Empfindlichkeit und Gradation. Zunehmendes Kristallwachstum bringt, wie erwähnt, eine Verbreiterung der Kornverteilungskurve und somit eine flachere Gradation mit sich. Dadurch ist es erschwert, hochempfindliche Emulsionen mit relativ steiler Gradation herzustellen. Glücklicherweise kann dieser Schwierigkeit auf andere Weise, auf die nicht näher eingegangen werden soll, in gewissen Grenzen abgeholfen werden.

Es leuchtet ein, daß der Kontrolle der Fällungsbedingungen des Halogensilbers große Aufmerksamkeit gewidmet werden muß, um ein Kristallwachstum in gewünschter Weise zuverlässig zu ermöglichen.

Mit der Ausfällung des Halogensilbers ist die Emulsionsherstellung jedoch keineswegs beendet. Wie aus der chemischen Gleichung des Reaktionsablaufs hervorgeht, wird dabei noch ein Nebenprodukt, in unserem Beispiel Kaliumnitrat, gebildet. Dieses muß aus der Emulsion entfernt werden. Durch die gelbildenden Eigenschaften der Gelatine bleibt es uns erspart, das ausgefällte Halogensilber aus der Fällungslösung abzufiltrieren und später zu redispersieren. Vielmehr lassen wir (unter der Voraussetzung einer ausreichenden Gelatinemenge) die Emulsion nach der Fällung abkühlen und erstarren. Das erstarrte Gelatinegel kann genudelt und mit kaltem fließenden Wasser gewässert werden. Die löslichen Salze werden dabei ausgewaschen, ohne daß das Gel (und die Halogensilberdispersion) seine Form verliert. Das Ausmaß des Waschvorgangs muß durch Messen der Leitfähigkeit der Nudeln kontrolliert werden, weil eine bestimmte kleine Menge an Ionen in der Emulsion verbleiben soll.

In einer anderen Variante der Salzauswaschung wird die Gelatine samt Silberhalogenid durch koagulierende Zusätze zum Ausflocken gebracht, wobei man die dann überstehende salzhaltige Lösung abdekantieren kann. Dieser Flockprozeß hat eine Anzahl von Vorteilen gegenüber dem Waschen der Nudeln.

Die gewässerte oder geflockte Emulsion wird unter Zusatz von Wasser und Gelatine nun wieder aufgeschmolzen. Die Gelatinemenge bemißt man dabei so, daß ein bestimmtes gewünschtes Verhältnis zwischen dem Silbernitrat (oder Halogenid) und der Gelatine herrscht. Die Wassermenge wiederum wird so dosiert, daß eine bestimmte Viskosität der Emulsion erreicht wird. Diese beiden Dinge sind für den nachfolgenden Guß auf eine Unterlage notwendig.

2.2 Chemische Reifung

Bevor es jedoch soweit ist, folgt noch ein zweiter Reifungsprozeß, die sog. chemische Reifung. Sie besteht in einer Digestion bei erhöhter Temperatur, die zu einem weiteren Ansteigen der Empfindlichkeit führt. Im Unterschied zur Ostwaldreifung findet hier jedoch kein Wachstum der Halogensilberkristalle mehr statt.

Der Grund dafür ist nicht zuletzt die inzwischen erfolgte Auswaschung der Halogenidionen, die ja, wie bereits erwähnt, als Halogensilberlösungsmittel dienten. Stattdessen entstehen Änderungen an der Kristalloberfläche, vornehmlich durch Adsorption von Fremdionen (etwa zugesetztes Gold-III), durch Bildung von Silbersulfid (durch Reaktion mit schwefelhaltigen Aminosäuren aus der Gelatine) oder durch Abscheidung von Silberatomen an der Kristalloberfläche (durch Einfluß von in der Gelatine enthaltenen Reduktionsmitteln). Diese Veränderungen manifestieren sich bevorzugt an schon während des Kristallwachstums ausgebildeten Fehlstellen. In ihrer Gesamtheit nennt man sie Reifkeime. Diese Reifkeime dienen während der Belichtung als Fallen für die gebildeten Fotoelektronen, die an diesen Stellen somit atomares Silber erzeugen. Durch Ansammlung so gebildeter Silberatome vergrößert sich der Keim zu einem sogenannten Latentbild- oder Entwicklungskeim, an welchem die nachfolgende Entwicklung einsetzt.

Die bei der chemischen Reifung gebildeten Reifkeime sind - im Unterschied zu den Latentbildkeimen - nicht entwickelbar. Führt man jedoch die Digestion während der chemischen Reifung, bei der die Empfindlichkeit fortwährend ansteigt, zu lange durch, so wachsen die Reifkeime bis zu einer Größe heran, wo sie ohne Belichtung entwickelbar werden. Da sie jedoch nicht bildmäßig, sondern gleichmäßig über die gesamte Fläche des Materials verteilt sind, tragen sie nichts mehr zur Empfindlichkeit bei, sondern erzeugen einen gleichmäßigen Schleier (Schleierkeime).

Man erkennt an dieser Stelle - obwohl die Betrachtungsweise etwas vereinfacht ist - daß nicht nur mit Rücksicht auf die Körnigkeit, sondern auch mit Rücksicht auf den Schleier die Empfindlichkeit nicht beliebig hoch getrieben werden kann. Zwar läßt sich jede chemische Reifung ohne weiteres so lenken, daß übermäßiger Schleier vermieden wird (ganz wegbringen kann man ihn jedoch nicht), doch neigen höher empfindliche Emulsionen ganz allgemein eher und leichter zur Ausbildung von Schleierkeimen.

Hier haben wir wieder einen Kompromiß vor uns, der nicht umgangen werden kann.

3. Vergießen der Emulsion

Zum Beguß einer Unterlage (Film, Papier, Glas) muß die Emulsion wieder aufgeschmolzen werden. Auf die verschiedenen technischen Varianten von Gießverfahren soll hier nicht eingegangen werden. Eine Anzahl von Dingen gilt jedoch allgemein.

So erhalten die Emulsionen vor dem Beguß noch eine Anzahl von Zusätzen. Diese Zusätze sollen die Eigenschaften des Films in bestimmter Weise beeinflussen. An vorrangiger Stelle sind hier Stabilisatoren, Sensibilisatoren und Härtungsmittel zu nennen.

Stabilisatoren dienen, je nach ihrer chemischen Zusammensetzung, der Herabsetzung des Schleiers und der Verlängerung der Lagerhaltbarkeit des fertigen Films. Hier sind wieder einige Kompromisse unumgänglich. Die Erniedrigung des Schleiers erfolgt, da die Stabilisatoren nicht zwischen Schleierkeimen und Reifkeimen unterschieden werden können, auf Kosten der Empfindlichkeit. Das heißt, daß ein durch Stabilisatoren im Schleier erniedrigter Film gleichzeitig auch an Empfindlichkeit verliert. Die Gradation verflacht ebenfalls. Ausgleich der erniedrigten Gradation durch erhöhten Silberauftrag beim Beguß kann Verlust

an Schärfe und Beeinflussung der Entwicklungskinetik zur Folge haben, weil die Schichtdicke steigt. Man sieht, daß der Anwendung von Stabilisatoren Grenzen gezogen sind. Andererseits sind sie, vor allem hinsichtlich der Verlängerung der Lagerhaltbarkeit, unentbehrlich.

Sensibilisatoren dienen dazu, das an sich nur für den kurzen Wellenlängenbereich des Spektrums leichtempfindliche Halogensilber auch für die übrigen Spektralbereiche - sogar über das sichtbare Licht hinaus - empfindlich zu machen. Ihre Anwendung ist im allgemeinen mit einem Gewinn an Allgemeinempfindlichkeit verbunden.

Jedoch ist auch die Sensibilisierung nicht ohne Probleme. Die Wirkung eines Sensibilisators hat in der Regel zwei Komponenten. Die eine ist der Empfindlichkeitsgewinn durch den zusätzlich erreichbaren Spektralbereich. Die andere jedoch besteht sehr häufig aus einer Desensibilisierung im Bereich der Blauempfindlichkeit der Emulsion (der ursprünglichen Eigenempfindlichkeit). Der Saldo beider Effekte kann durchaus negativ hinsichtlich der Allgemeinempfindlichkeit sein. So wird man auch hier einen Kompromiß zwischen letzterer und den spektralen Eigenschaften des Sensibilisators einzugehen haben. Besonders deutlich wird dies bei Infrarotfilmen, deren Sensibilisatoren häufig stark desensibilisierend im Bereich der Eigenempfindlichkeit wirken, dabei jedoch die spektrale Empfindlichkeit weit ins Langwellige verschieben. Um den Empfindlichkeitsverlust etwas auszugleichen und nicht gar zu unempfindlich zu werden (es werden ja auch noch Filter benötigt), muß man von sehr hochempfindlichen und daher grobkörnigen Emulsionen ausgehen. Die Folge ist, daß Infrarotfilme für ihre Empfindlichkeitsklasse in der Regel nicht so feinkörnig wie panchromatische Filme sind.

Härtungsmittel dienen dazu, die in Gegenwart von Wasser leicht schmelzbare Gelatine in einer Art "Gerbung" zu härten. Eine gehärtete Gelatine wird an Stelle des Schmelzens in warmen wäßrigen Lösungen nur mehr quellen. In die gequollene Emulsionsschicht können die Moleküle der Entwicklersubstanz eindringen und ihre Arbeit verrichten.

Die Quellung der Emulsionsschicht wird umso geringer, je stärker die Härtung ist. Als Folge wird auch die Entwicklungskinetik zunehmend beeinflußt. Andererseits ist es im Interesse einer mechanischen Haltbarkeit des Films in Entwicklungsmaschinen - insbesondere bei Hochtemperaturverarbeitung - wünschenswert, die Härtung so hoch wie möglich zu machen. Der erforderliche Kompromiß liegt auf der Hand.

Die Zeit erlaubt es nicht, weiter in die Einzelheiten zu gehen. Die Beispiele ließen sich vermehren. Auf einige Dinge sei nur kurz hingewiesen.

So beeinflußt die Menge der beim Beguß aufgetragenen Emulsion die Gradation, die Maximaldichte, die Schärfe (über die Schichtdicke) und schließlich sogar die Planlage des Films.

Die Art und Dicke der Filmunterlage kann einen beträchtlichen Einfluß ausüben (z.B. Planlage, Maßhaltigkeit).

Antistatische Zusätze werden benötigt, um elektrostatische Aufladungen zu vermeiden.

Rückschichten auf dem Film (sogenanntes NC) dienen dem Lichthofschutz, spielen aber auch bei der Planlage und der antistatischen Ausrüstung eine bedeutende Rolle.

Fast alle diese Dinge können neben den gewünschten auch nichterwünschte Wirkungen haben. So sieht sich der Filmhersteller immer wieder vor die Notwendigkeit gestellt, einen Ausgleich zwischen auseinander strebenden Effekten zu suchen.

4. Verarbeitung

Auch bei der nachfolgenden Verarbeitung der Filme sind Kompromisse unumgänglich, Dies beginnt bereits bei der Wahl des Entwicklungsverfahrens.

Je nach den Umständen und den zur Verfügung stehenden Mitteln wird eine Maschinenverarbeitung in verschiedenen Maschinentypen in Frage kommen. Hinzu kommt Schnellentwicklung bei erhöhter Temperatur und bei Fliegerfilmen die Umspulentwicklung.

Bei der Entscheidung zwischen mehreren Möglichkeiten werden die physikalischen Eigenschaften des Films eine bedeutende Rolle spielen. Aber auch die Führung des Films in der Entwicklungsmaschine ist sehr wichtig, denn nasse Filme mit ihren gequollenen Gelatineschichten sind außerordentlich empfindlich.

Einen dritten Faktor stellen die Bäder dar, die durch unterschiedliche pH-Werte und Salzgehalte die Quellung und Verletzlichkeit der Filme beeinflussen, andererseits aber auch bestimmend für die Verarbeitungszeiten sind (neben der Temperatur).

Mit Einschränkungen und damit der Notwendigkeit zu Kompromissen hat man bei der Verarbeitung aber nicht nur von der Seite der physikalischen Filmeigenschaften her zu rechnen. Das Entwicklungsverfahren besitzt vor allem einen entscheidenden Einfluß auf die sensitometrischen Resultate sowie auf Körnigkeit, Schärfe, Haltbarkeit des entwickelten Films usw.

Wünscht man beispielsweise die Entwicklungszeit abzukürzen, so ist dies durch Verwendung besonderer Entwickler und höherer Verarbeitungstemperaturen ohne Schwierigkeiten möglich. Daß die Körnigkeit dabei gröber wird und der Schleier ansteigt, muß jedoch in Kauf genommen werden. Auch die Form der Schwärzungskurve kann sich dabei ändern. Grenzen sind einer solchen Schnellentwicklung also dort gesetzt, wo die Qualität des entwickelten Bildes ungenügend wird. Andererseits kann unter Umständen der Zeitgewinn von so großer Bedeutung sein, daß jede Bildverschlechterung in Kauf genommen wird (militärische Anwendung).

Genau der umgekehrte Fall liegt vor bei der Umspulentwicklung. Hier geht es darum, relativ große Filmlängen mit einer vergleichsweise einfachen Apparatur und relativ geringer Entwicklermenge nicht im Durchlaufverfahren, sondern chargenweise zu entwickeln. Da die Filmbahn immer nur zeitweise durch den Entwickler geführt wird, muß die Entwicklungszeit erheblich verlängert werden, um eine möglichst gleichmäßige Verarbeitung über die ganze Filmlänge hin zu erzielen. Hier steht also der einfachen Entwicklungsapparatur die verlängerte Entwicklungszeit als Konsequenz gegenüber.

5. Spezielle Forderungen an Fliegerfilme

Die bisherigen Ausführungen waren allgemeiner Art. Sie gelten prinzipiell für alle lichtempfindlichen Materialien, also auch für Fliegerfilme.

Natürlich bedingt die Art des jeweiligen Aufnahmzwecks und des gewünschten Resultats auch die etwaigen Einschränkungen, mit denen man rechnen muß.

Auf Grund ihrer speziellen Verwendung sind an Fliegerfilme folgende, je nach Aufnahmegebiet differierende Forderungen zu stellen.

Im zivilen Sektor:

- Hohe Schärfe und feines Korn
- Sortiment abgestufter Gradationen
- Günstige Filterfaktoren
- Erweiterte Rotempfindlichkeit
- Spezielle Sensibilisierungen (IR)
- Maßhaltigkeit
- Maschinenentwickelbarkeit

Außer der Maßhaltigkeit gelten diese Forderungen auch für den militärischen Sektor, wobei aber noch

- Hohe Empfindlichkeit und
- Schnellverarbeitbarkeit

hinzukommen.

Bei der Betrachtung dieser Forderungen, die natürlich je nach Verwendung auch für andere Filme erhoben werden, wollen wir im Sinne der schon gemachten Ausführungen noch einige Konsequenzen aufzeigen.

Hohe Schärfe und feines Korn sind in allgemeiner Form nicht mit hoher Empfindlichkeit vereinbar. Natürlich können auch hoch- und höchstempfindliche Materialien scharf und feinkörnig sein, aber nur relativ in ihrer Empfindlichkeitsklasse. Absolut nehmen diese Eigenschaften - insbesondere die Feinkörnigkeit - mit zunehmender Empfindlichkeit ab.

IR-Sensibilisierung bedeutet einen Abstrich an Empfindlichkeit und Feinkörnigkeit, wie dies schon erwähnt wurde.

Ein maßhaltiger Film muß eine Unterlage mit einer Mindestdicke besitzen, Dadurch wird die Spulenkapazität verringert.

Hohe Empfindlichkeit bringt, wie schon erwähnt, einen Verlust an Feinkörnigkeit und außerdem höhere Schleierwerte mit sich, was ebenso für die Schnellverarbeitung gilt.

6. Zusammenfassung

Ziel dieser Ausführungen war es, an Hand des Herstellungsganges eines fotografischen Films deutlich zu machen, an welcher Stelle die maßgebenden Eigenschaften des Materials gebildet und beeinflußt werden. Es sollte ferner gezeigt werden, daß bei Herstellung und Anwendung von Filmen Kompromisse einzugehen sind. Nahezu jede Forderung bringt auf der anderen Seite unerwünschte Konsequenzen mit sich, die man gegen die vollständige Erfüllung der Forderung abzuwägen hat.

Ein weiteres Ziel des Vortrages war es, die Eigenschaften von Filmmaterialien und ihr Verhalten etwas transparenter zu machen. Dies mag dazu beitragen, Möglichkeiten besser einzuschätzen und Fehler zu vermeiden.

Das Gesamtergebnis Luftbild allerdings hängt, wie eingangs erwähnt, auch noch von anderen Faktoren ab. Deshalb geht der nachfolgende Vortrag auf einige Aspekte der Aufnahmetechnik in der Luftfotografie ein.

Technische Grundlagen der Fliegerfilmherstellung

Zusammenfassung

Das Ergebnis eines Luftbildes hängt - neben Kamera und Aufnahmetechnik - entscheidend vom Film ab. Die folgenden Ausführungen zeigen, wie die Eigenschaften des Filmmaterials während der Herstellung bestimmt und beeinflußt werden können. Hierbei geht es nicht ohne Kompromisse ab. Die Art des Kompromisses wird durch den Verwendungszweck gegeben. Je nach Notwendigkeit können verschiedene Forderungen in den Vordergrund gestellt werden (etwa hohe Empfindlichkeit, Schärfe, Sensibilisierung, Maßhaltigkeit usw.). Als Konsequenz dieser bevorzugten Forderungen müssen jedoch andererseits auch Nachteile in Kauf genommen werden. Dies gilt nicht nur für die Filmherstellung, sondern auch für die nachfolgende Verarbeitung. Ziel des Vortrages ist, die Eigenschaften und das Verhalten von Filmmaterialien in Zusammenhang mit ihrer Herstellung und Verarbeitung transparenter zu machen.

Abstract

Apart from the camera and the photographic technique, the film used has a decisive effect on the quality of an aerial photograph. The paper shows how the characteristics of the photographic material can be determined and influenced in the manufacturing stage. However, this is impossible without certain compromises. The type of compromise is dictated by the intended use of the film. Depending on practical requirements, several different criteria can be taken as prime requirements, such as high speed, acutance, sensitization, dimensional stability, ect. However, these priorities involve certain unavoidable drawbacks. This not only applies to film manufacture but also to the subsequent processing stages. The lecture illustrates the characteristics and behaviour of photographic materials as well as their production and processing.

Résumé

La qualité d'une photographie aérienne dépend non seulement de la chambre aérophotogrammétrique et de la technique de prise de vue, mais encore du film utilisé. L'exposé décrit de quelle façon les caractéristiques du support pelliculaire peuvent être déterminées et influencées au cours de la fabrication. Toutefois, certains compromis doivent être acceptés, leur nature étant dictée par le but d'application du film. Selon les exigences pratiques, plusieurs critères peuvent être adoptés comme impératifs majeurs, p.ex. haute rapidité de l'émulsion, netteté, sensibilisation, stabilité dimensionnelle, etc. Ces impératifs prioritaires entraînent inévitablement des aspects négatifs pour la fabrication du film et pour son traitement ultérieur. L'exposé se propose d'attirer l'attention sur les caractéristiques et le comportement des films, en relation avec leur fabrication et leur traitement.

Resumen

Además de la cámara y de la técnica fotográfica, la calidad de una foto aérea depende decisivamente de la película empleada. La conferencia trata de demostrar cómo se pueden determinar e influenciar las propiedades del material fotográfico durante su fabricación. Esto no es posible sin compromisos. El tipo de compromiso depende de la aplicación. Según las necesidades pueden destacarse varias exigencias (tales como alta sensibilidad, definición, sensibilización, estabilidad dimensional, etc.). Sin embargo, también hay que aceptar desventajas como consecuencia de estas prioridades. Esto no sólo vale para la fabricación de las películas, sino también para el tratamiento subsiguiente. Es el objeto de la conferencia hacer más transparentes las propiedades y el comportamiento de las películas, así como su fabricación y tratamiento fotográfico.