

## LUFTFOTOGRAFISCHE AUFNAHME UND EINSATZBEDINGUNGEN

Von A. Scotland, Mortsel

### Einleitung

Die Eigenschaften von Fotomaterial werden bestimmt durch Aufnahmewecke, Gerät, Objekt, Beleuchtung, mechanische und chemisch-physikalische Grenzen.

Diese Faktoren sind meßbar, liegen innerhalb bestimmter Bereiche fest oder sind festlegbar. Solche Faktoren finden sich prinzipiell bei allen Boden-Aufnahmebedingungen. Hier sind alle Gegebenheiten nahezu jederzeit überprüfbar. Außerdem besteht die Möglichkeit, sich mit verschiedenen Materialien schnell auf den Wechsel von Bedingungen und Objekten einzustellen.

Bei der Luftbildfotografie trifft dieses nicht in gleichem Maße zu. Die realen Bedingungen und Notwendigkeiten dieses Arbeitsgebietes wurden bisher weder bei der Herstellung des Materials noch bei seiner Auswahl, seiner Verarbeitung, sowie der Festlegung und Publikation der technischen Angaben genügend praxisgerecht berücksichtigt.

Während innerhalb eines Flugstreifens, Objekte fast ständig wechseln, verändern sich auch, in anderem Maße als am Boden, die Aufnahmebedingungen. Diese Veränderungen sind nicht fortlaufend überprüfbar. Das Aufnahmegerät, das Material und die Verarbeitung lassen sich nur in sehr engen Grenzen anpassen. Ja, einige Aufnahmebedingungen bzw. ihre Veränderung, sind erst nach der Ausarbeitung an ihren Auswirkungen feststellbar. Es ist also erforderlich, Aufnahmematerial herzustellen, das diese Umstände berücksichtigt und dem Verbraucher technische Daten zu vermitteln, die praktisch verwendbare Hinweise für Aufnahme und Verarbeitung enthalten. Um bei der Auslegung des Aufnahmematerials die wesentlichen Einflußgrößen zu berücksichtigen, ist zunächst deren Erfassung und Beurteilung nötig.

Soweit bekannt gibt es eine ganze Reihe von Untersuchungen diverser Detailprobleme, aber keine wirklich umfassende Arbeit mit definitivem Schluß.

Ziel ist es, zu Aussagen zu kommen, die es erlauben, die Eigenschaften des Materials richtig festzulegen, seine Einsatzmöglichkeiten zu optimieren und eine dementsprechende zielsichere Verarbeitung zu bestimmen. Es ist sicherzustellen, daß ein Optimum der am Objekt vorhandenen Informationen, möglichst unverfälscht, registriert und wiedergegeben werden kann.

Nur genügende Kenntnis aller wesentlichen Umstände schafft die Voraussetzungen dafür, daß Art und Umfang unvermeidbarer Verluste bzw. Veränderungen richtig eingeschätzt werden können. Dies ist um so mehr erforderlich, je genauer Ergebnisse von Aufnahmen unter absichtlich und notwendigerweise unterschiedlichen Bedingungen, wie verschiedenen Jahreszeiten, hinsichtlich bestimmter Detaileffekte, interpretiert werden sollen, z.B. Geologie - Vegetation - Bodenart Feuchte usw.

Für den Verbraucher ist es wichtig:

1. genau zu wissen, wie die zur Auswahl stehenden Materialien arbeiten, um sich für das jeweils geeignetste zu entscheiden, und
2. die mit der Belichtung aufgezeichnete Information richtig zu behandeln, d.h. zweckentsprechend zu verarbeiten und zu interpretieren.

Für den Hersteller solchen Materials spielen darum diese ganzen Umstände eine Rolle als Orientierung für die Konzeption des Materials. Die Verflechtung dieser Umstände und ihre gegenseitige Beeinflussung machen das Gesamtproblem unübersichtlich.

Nützlich ist es darum sicher, die Erörterung dem logischen Fluß, dem Weg der Strahlungsenergie und der Information folgen zu lassen.

### Gliederung

1. Energie - Atmosphäre (I)  
Quelle, Art und Form, bodenferne Einflüsse
2. Luftlicht - Globalbeleuchtung  
Variation der Einstrahlung durch bodennahe Einflüsse
3. Objektbereich  
Strahlungsveränderung durch Objekte
4. Atmosphäre (II)  
Variationsmöglichkeiten nicht Objekt gebundener Art
5. Aufzeichnungssystem  
Auswirkungen auf Energie und Information
6. Systemträger; besondere Bedingungen

### 1. Energie - Atmosphäre (I)

Die Sonne ist, bei den Luftbilddaufnahmen die in Bereiche nahezu konventioneller Fotografie fallen, die Quelle aller Strahlung.

Als Folge der elliptischen Erdbahn schwankt ihre auftreffende Strahlungsenergie zwischen 2.01 und 1.88 cal pro Minute auf jedem cm<sup>2</sup> senkrecht getroffener Fläche.

Als bester Wert der Solarkonstante gilt heute (nach Möller)

$I_0 = 1,95 \pm 0,02 \text{ cal cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$  gemessen in über 80 km Höhe.

Als Temperatur ergibt sich gegenüber der Strahlung eines schwarzen Körpers  $T_s$  für die Sonne  $T_s = 5747^\circ\text{K}$

### Atmosphäre I

(nach Möller)

Schwächung (Trübung) Extinktion

nach Bouguer - Lambert  $dI_\lambda = - I_\lambda a_\lambda dm$  für monochromatische Strahlung

Schwächungs- bzw. Extinktionskoeffizient  $a_R$

1. Streuung an Luftmolekülen, zunächst nur Ablenkung, dazu kommen
2. Dunststreuung, winkelabhängig, feuchteabhängig
3. Absorption, durch versch. atmosphärische Gase wie H<sub>2</sub>O, O<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>  
dadurch Umwandlung der Strahlungsenergie in andere Energieformen

Trübungsmaße für diese gleichzeitig auftretenden Extinktionsvorgänge der Gesamt-Trübung.

Trübungsfaktor T (nach Linke), eine den Dunst und Wasserdampf der Luft kennzeichnende Größe.

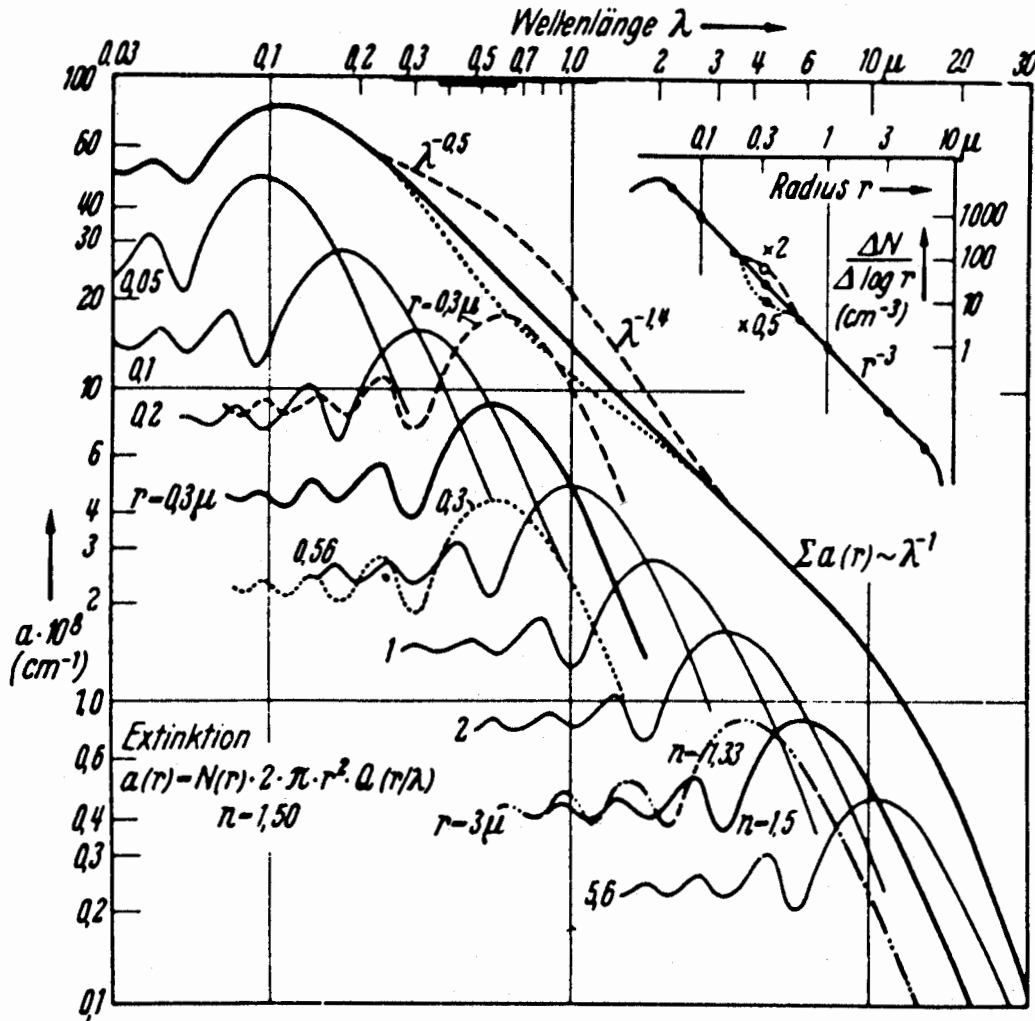
Für die geografische Breite etwa von Frankfurt a.M.

T - Januar 2,5 T - April 3,1 T - Juli 2,9 T - Oktober 2,8

Beim Passieren der Atmosphäre werden also Menge, Intensität und spektrale Charakteristika der Energie verändert.

(nach Schwidofsky)

Zur atmosphärischen Extinktion trägt in einer wolken- und rauchfreien Atmosphäre im Bereich des sichtbaren Lichtes die Absorption fast nichts bei. Streuung des Lichtes findet schon in einer ideal reinen und trockenen Atmosphäre (Rayleigh - Atmosphäre) an den Luftmolekülen statt.



Entstehung der komplexen Streufunktion  $a_\lambda \sim \lambda^{-1}$  durch Summierung über die einzelnen Partikelgrößen mit Teilchenzahlen  $N(r)$  (rechts oben). In der Abbildung ist  $Q(r/\lambda) = \kappa(2\pi r/\lambda)$ . Nach F. VOLZ, Handbuch d. Geophysik, herausg. v. F. LINKE † u. F. MÖLLER, Berlin: Gebr. Borntraeger 1942 - 1961, S.846.

Die Anfangsintensität  $I_0$  wird nach dem Rayleigh'schen Gesetz auf den Wert;

$$I = I_0 e^{-K \cdot \lambda^{-4} \cdot s} \text{ herabgesetzt.}$$

$\lambda$  = Wellenlänge des Lichtes

$s$  = zurückgelegte Strecke

$K$  = Extinktionskoeffizient  $K \cdot \lambda^{-4}$  = Streukoeffizient

Die Rayleigh-Atmosphäre existiert nur als theoretisches Modell, um die Gesetzmäßigkeiten dieses Bereiches leichter studieren zu können,

In der wirklichen Atmosphäre wird die Sonnenstrahlung durch Wasserdampf, Kohlendioxid, Ozon und Aerosol abgeschwächt und spektral verändert. Das Licht, das für die Aufnahme zur Verfügung steht, unterliegt einer schon vom Sonnenstand her ständigen Veränderung der spektralen Zusammensetzung, Verschiedene Partien der Atmosphäre wirken wie fotografische Filter,

G.v.Kujawa

Streulichtverhältnis:

Blau - Gelb/Rot ca. 5 : 1

## 2. Luftlicht - Globalbeleuchtung

Sonnenstrahlung und Luftlicht

Globalstrahlung

direkte, parallele Sonnenstrahlung  $I$  aus Zenitdistanz  $Z_0$ , eine horizontale Fläche erhält  $I \cos Z_0$

diffuse Himmelstrahlung  $D$   
beide = Globalstrahlung  $G = I \cos Z_0 + D$

in mittleren Breiten  $1,3 \text{ cal cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$  wobei  $D$  davon nur ca. 10 % ausmacht, bei klarem Himmel und hochstehender Sonne.

Einfallswerte solarer Strahlung an der Erdoberfläche

Bestrahlungsstärke einer Fläche abhängig vom Cosinus des Einfallswinkels.

Geographische Breite - also Tageslänge zwischen Auf- und Untergang z.B.

Deklination der Sonne                   +  $23,5^\circ$  im Sommer  
  -  $23,5^\circ$  im Winter

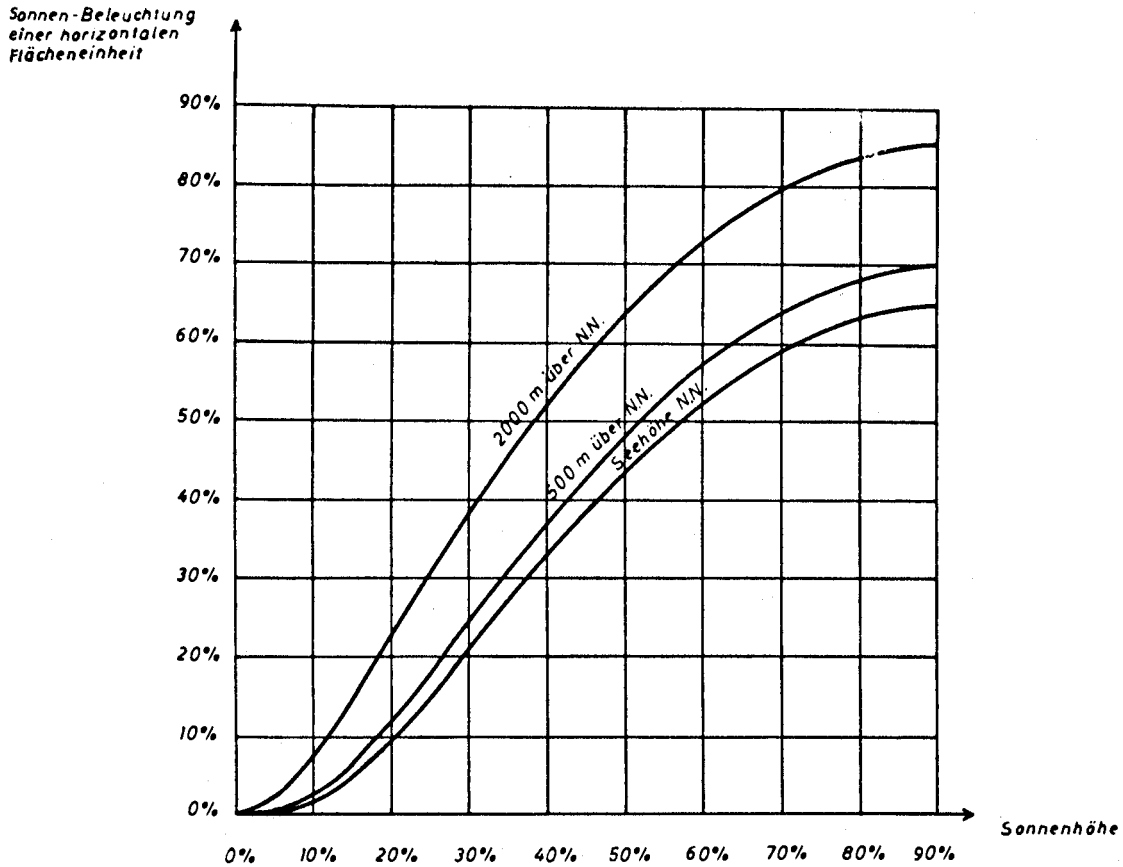
d.h. praktisch:

auf ca. $50^\circ$ Breite dadurch am	21.06 ca.	- 16 Stunden
	21.03	- 12 Stunden
	23.09	- 12 Stunden
	22.12	- 8 Stunden, Sonne über Horizont

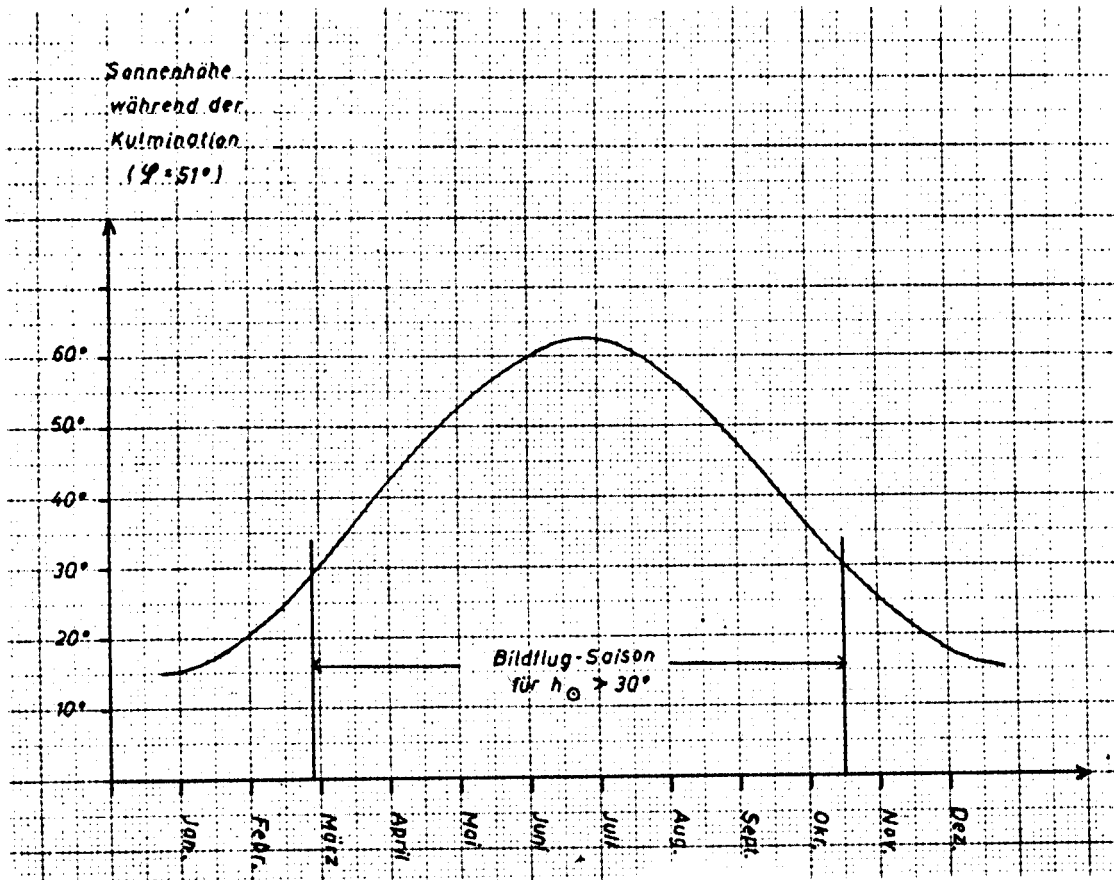
ohne Berücksichtigung lokaler Unterschiede (Gebirge etc.):

Cosinus des Einfallswinkels nur bei horizontalen Flächen (Straßen i.a. Felder etc.) gleich Zenitdistanz  $Z_0$  sonst abhängig von Neigung gegen Horizont und allgemeine Richtung.

Beispiel Osthang: Morgens intensive direkte Bestrahlung  
Mittags nur diffuse Himmelsstrahlung



Sonnenhöhe und Beleuchtung eines horizontalen Flächenelementes für verschiedene Höhenlagen über N. N.



Bildflug-saison für Gebiete mit geographischer Breite  $51^\circ$  und Mindestsonnenhöhe  $30^\circ$

### 3. Objektbereich

In der Natur sind keine idealen; total absorbierenden  
oder reflektierenden Körper bekannt

Teilweise spielt bei Veränderung der auftreffenden Energie noch das Transmissionsvermögen eine Rolle (z.B. Blätter).

Absorptionsvermögen  $a_s$

Reflektionsvermögen  $r_s$  jedes für sich kleiner als 1

Transmissions "  $d_s$  die Summe  $a_s + r_s + d_s = 1$

Der Index S bezieht sich auf solare Strahlung der Wellenlänge  
300 - 500 nm ( $10^{-7}$ ).

Absorption, Reflexion, Remission = Albedo

#### Einfallende Strahlung

Albedo (nach allen Richtungen

Veränderung durch das Objekt = reflektierte Strahlung)

Veränderung der Einstrahlungsenergie in einer Objekt - arteigenen Weise. Veränderungen enthalten damit Informationen über das Objekt. Objekte sind erst durch Tonwertdifferenzen, d.h. umgesetzte Helligkeits- und Farbunterschiede für Auge - Kamera - Film "erkennbar". Jeder Unterschied in Helligkeit und/oder Farbe bedeutet schon Information. Die Kombination solcher Informationen mit der Wiedergabe von Strukturen und Formen macht dann Objektidentifizierung möglich.

In den Bildern 1 bis 4 werden die Verhältnisse für den Fall der Sonnenbeleuchtung (A) von Vegetationslaub und der Himmelsbeleuchtung oder "Schattenbeleuchtung" (B) vom gleichen Vegetationslaub dargestellt.

In Bild 1 A ist die spektrale Remission von einem sonnenbestrahlten, in Bild 1 B die Remission von einem beschatteten Laubwaldbildpunkt dargestellt.

2. Geländegegenstand und Geländeremission.

3. Atmosphäre

Streulicht vom Aerosol ändert sowohl die Gesamtenergie des Lichtes, als auch dessen spektrale Anteile. Die Gesamtstrahlung, wie von der Kammer empfangen, ist die Summierung über das Spektrum von Gegenstandslicht (Bild 1) und Streulicht (Bild 2).

Sie ist dargestellt in den Bildern 3 A und 3 B.

4. Filter

Ein Filter ändert die durchgelassene Lichtmenge für jeden einzelnen Geländepunkt je nach dessen spektraler Remission. Folglich werden dabei auch die Bildkontraste zwischen den einzelnen Geländepunkten wesentlich geändert.

Spektrale Remission von Vegetationslaub in Sonnenbeleuchtung (Reihe A) und im Schatten (Reihe B), und die auf die Schicht einwirkende aktinische Lichtmenge

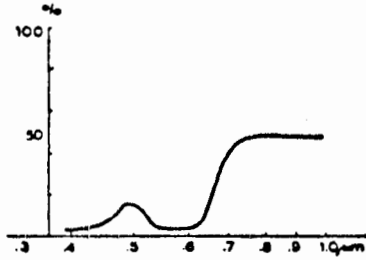


Bild 1A Remission bei Sonnenbestrahlung

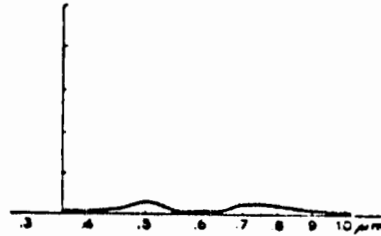


Bild 1B Remission im Schatten

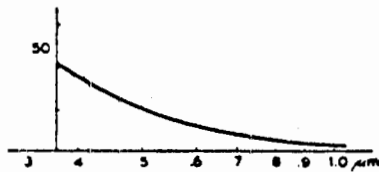


Bild 2A Zusätzliche Streulichtwirkung für sonnenbestrahlte Flächen

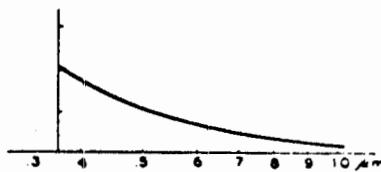


Bild 2B Zusätzliche Streulichtwirkung für Schattenflächen

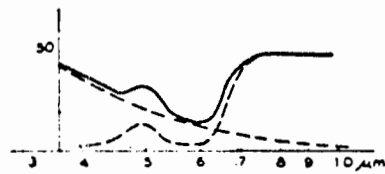


Bild 3A Gesamtstrahlung von sonnenbestrahlter Vegetation mit Streulichtüberlagerung (vom Flugzeug aus gesehen)

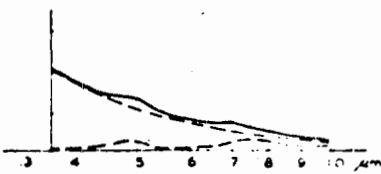


Bild 3B Gesamtstrahlen von schattiger Vegetation mit Streulichtüberlagerung (vom Flugzeug aus gesehen)

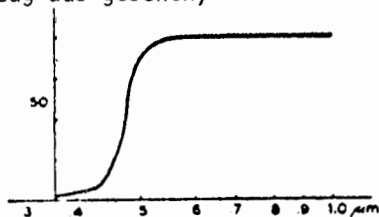


Bild 4A Lichtdurchlässigkeit des Minus-Blaufilters (Gelbfilter, Zeiss Filter B)

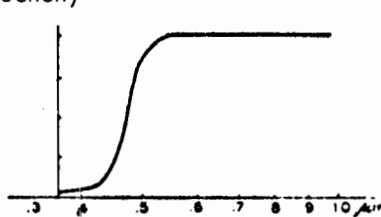


Bild 4B dto.

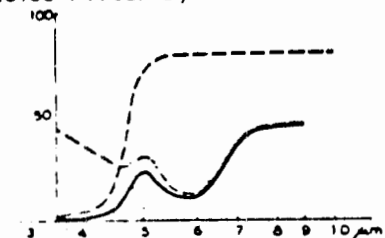


Bild 5A Auf die photographische Schicht auftreffende Lichtmenge von sonnenbestrahlter Vegetation

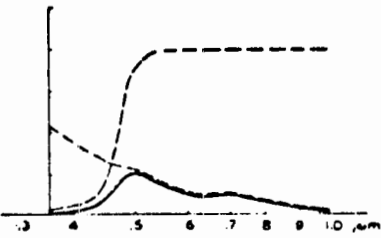
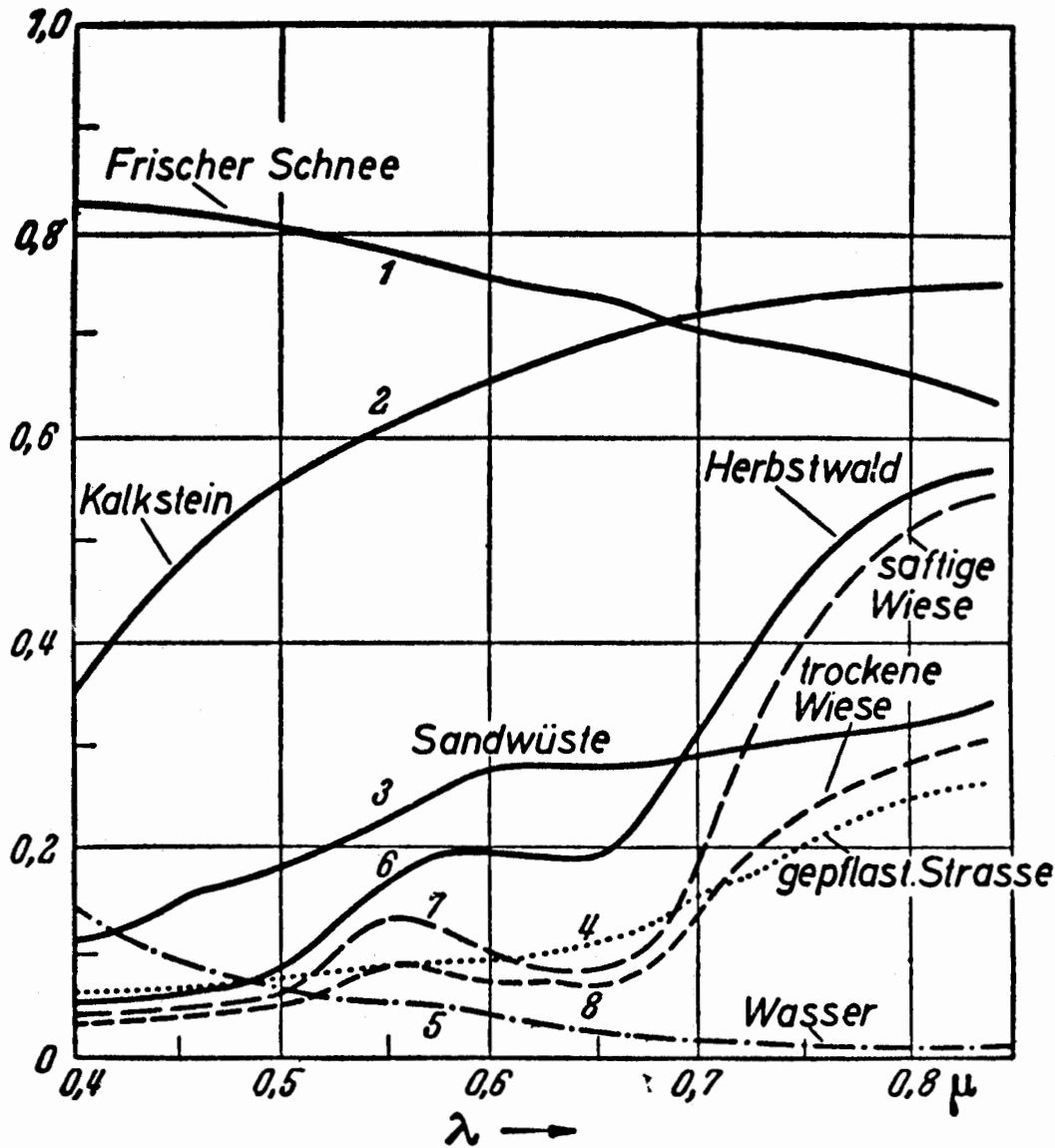


Bild 5B Auf die photographische Schicht auftreffende Lichtmenge von schattiger Vegetation



Relative spektrale Remission verschiedener Oberflächen für Wellenlängen zwischen 400  $m\mu$  und 850  $m\mu$  (ohne Luftlicht) nach E. L. Krinow. Beachte das spektrale Verhalten von Wasser und Blattgrün!

Albedo verschiedener Oberflächen für sichtbares Licht und senkrechten Lichteinfall.

Dunkler Wald, Hecken	1... 3	%	gelber Sand, nass	18	%
Acker, nass	5,5	%	gelber Sand, trocken	31	%
Acker, trocken	7	%	rauhes Beton, nass	25	%
Teerstraße	8	%	rauhes Beton, trocken	35	%
grünes Gras, nass	9	%	Kalkfels	30	%
grünes Gras, trocken	14	%	alter Schnee	42... 70	%
			Neuschnee	80... 85	%

(nach Schwidofsky)



#### 4. Atmosphäre II

Bisher ist zu wenig bekannt, wieweit die Leistung, auch des SW - Materials, von der Verschiebung der spektralen Charakteristik des Lichtes durch die Summe der atmosphärischen Aufnahmebedingungen abhängt und weiterhin noch durch die Verwendung von Antivignettierungs- und anderen Filtern beeinflusst wird.

Aerosol = Gesamtheit molekularer Schwebeteilchen.

Die Trübung der Atmosphäre durch Luftmoleküle und Aerosol wechselt zeitlich, örtlich und intensitätsmäßig sehr stark.

Spezielle geophysikalische Informationen sind erforderlich.

Wegen unterschiedlicher Teilchengröße und -form, verschiedener Einfallswinkel, Reflexionswinkel, Mehrfachreflexionen und Mehrfachüberlagerungen ist kaum gleichartiges bzw. konstantes Streulicht anzunehmen.

Wichtig in seinen unmittelbaren Auswirkungen auf bestimmte lokale Transparenzverhältnisse ist der "Smog", eine Nebelbildung, die vor allem über Großstädten und Industriegebieten zu finden ist. Eine spezielle Form des "Smog" tritt besonders bei Inversionswetterlagen, vorwiegend in großen Senken und Tallandschaften, durch Abgasansammlungen auf.

Von besonderem Interesse ist die Frage nach den durch den Menschen hervorgerufenen atmosphärischen Verunreinigungen.

Die hierdurch bedingte verringerte Durchlässigkeit der Atmosphäre kann schon bei Werten von 3 bis 4 % zu einem Temperaturrückgang von  $0,4^{\circ}$  führen (Bryson 1968).

Eine verringerte Transparenz der Erdatmosphäre wird z.B. auch durch natürliche Vorgänge wie große Vulkanausbrüche beeinflusst oder durch Staub und Nebelbildung intensiviert (zeitweilige Trübung um 10 - 20 %).

Eine weitere Form klimatischer Verunreinigung kann durch die Kondensstreifen hochfliegender Flugzeuge hervorgerufen werden, die als "Cirrenbewölkung" eine Bewölkungszunahme und damit die Reflektion (Albedo) der Erdatmosphäre und die Oberflächentemperatur negativ beeinflussen könnte. In diesem Zusammenhang erwähnenswert, die lebhaft wissenschaftliche Diskussion über mögliche Veränderungen im Ozongehalt der hohen Atmosphäre durch Überschallflugzeuge.

- Neben  $\text{CO}_2$  und Wasserdampf wirkt auch Ozon als einstrahlungshemmender Faktor in der Atmosphäre. Überschallflugzeuge fliegen in Höhen von 20 km in einer Schicht sehr geringen vertikalen Luftaustausches ihre Abgase bleiben lange Zeit (1 bis 3 Jahre) in der Atmosphäre.

Immissionen von Gasen und Feinstäuben:

z.B.

Schwefeldioxid

Kohlenmonoxid

Kohlenwasserstoffe

Fluorverbindungen

Chlorwasserstoff

Stickoxide

können in/über Städten 5 - 100-fach sein  
gegenüber Konzentration in rein  
agraren Gebieten

### Aufzeichnungssystem

Die fotografisch wirksame Objektremission, also das auf die Emulsion eines Luftbildfilmes fallende Licht wird bestimmt durch Einflußgrößen, die auf dem Wege : Sonne - Atmosphäre - Objekt - Objektiv - Emulsion wirksam werden. Die fotografische Wirksamkeit der spektralen Remission muß besser einschätzbar sein. Die entscheidenden Faktoren sind hierbei die spektrale Remission der Oberflächen unterschiedlicher Objekte, das Aerosol und das Objektivfilter.

Das von den Objektiven reflektierte Licht erfährt auf seinem Wege zur Kamera wieder durch Aerosol eine Veränderung bezüglich Gesamtintensität und spektraler Verteilung. Durch den Einfluß des Luftlichtes wird erstere merklich vergrößert. Die spektrale Remission wird jedoch im kurzwelligen Teil wesentlich stärker erhöht und würde im Bildaufbau zu einer Verstärkung der Schwärzung in diesen Bereichen und insgesamt zu einer Verflachung der Kontraste führen.

Wichtig ist, daß z.B. die reflektierte Infrarotstrahlung in geringerem Maße durch Aerosol beeinflusst wird und dadurch sowie die relativ größeren spektralen Remissionsdifferenzen zu einem kontrastreicherem Bildaufbau beiträgt, als die Strahlung im sichtbaren Spektralbereich. Mit der Vorschaltung eines Filters vor das Aufnahmeobjektiv kann der Beeinflussung des Lichts durch das Aerosol teilweise begegnet werden. Für diese spektrale Begrenzung des einfallenden Lichtes kann z.B. ein Gelbfilter benutzt werden.

Es ist nicht bekannt, ob Messungen der verschiedenen spektralen Reflektionen und Remissionen im ganzen fotografisch verwendbaren Bereich aus der Luft unter Einbeziehung der atmosphärischen Bedingungen mit Erfolg durchgeführt wurden.

Denkbar wäre dieses z.B. mit Helikoptereinsatz und Verwendung eines Gerätes wie es von Raines - Lee beschrieben wird. (FWP - Filter - Rad - Photometer, tragbar, 12 Volt - Betrieb, wechselbare Filter 16-fach).

Abhängigkeiten von Objektivbildwinkeln sind bisher wohl mehr empirisch auf ihre Auswirkung in spektraler Hinsicht geprüft worden.

Neben den Objektivöffnungswinkeln spielen auch noch alle anderen Ein-, Ausfalls- und Reflexionswinkel (diffus) eine Rolle sowie die Polarität der Reflexionen und der Streuungen.

Bei jeder Art "schrägen" Einfalls oder entsprechender Durchdringung ändern sich ja nicht nur die Intensitäts-, sondern auch die spektralen Verhältnisse gegen geringere Intensität und Rot.

Es ist daher erforderlich, unter diesem Gesichtspunkt nicht nur die Intensitätsverhältnisse zu betrachten, sondern auch die spektralen Veränderungen und ihre Auswirkungen noch weiter zu untersuchen.

### Kreitzer - Gilbertson

"Ein nutzbares System der Belichtungsbestimmung hat unbedingt sowohl die speziellen Bedingungen der Kombination Objekt - Filter - Objektiv zu berücksichtigen/einzuschließen, wie die spektralen Charakteristika des Filmmaterials".

Das sogenannte Luftlicht (diffuse Rückstrahlung an verschiedenen atmosphärischen Schichten) hat neben den Eigenschaften der Objektive und der vor diesen eingesetzten Verlaufsfiltern ebenfalls Einfluß auf den Lichtabfall in Luftbildern.

Nach neuen Erkenntnissen wird der Belag auf diesen Verlaufsfiltern nicht über die ganze Fläche farbneutral ausgelegt, sondern so, daß zum Bildrand hin dem mit größer werdenden Bildwinkel (Öffnungswinkel des Objektivs) stärker wirkenden atmosphärischen Blauanteil entgegengewirkt wird. Damit soll die durch das Aerosol stark erhöhte Rückstrahlung im Bereich 500 nm absorbiert werden, ohne daß für den Bildaufbau wichtige Differenzen der Remission verlorengehen. Die Wahl strengerer Filter bis zum Rotfilter ist möglich, muß jedoch unter Berücksichtigung der Sensibilisierung der Emulsion, der Remissionsdifferenzen, der zu trennenden Objekte sowie der zur Belichtung notwendigen Gesamthelligkeit getroffen werden.

Beim derzeitigen Stand der Technik sind nicht alle benötigten Objekt-Informationen, allein durch Variation der geräteseitigen Aufnahmebedingungen, richtig zu erfassen und aufzuzeichnen.

Grundsätzliche Kompromisse ergeben sich oder müssen geschlossen werden zwischen Möglichkeiten und Forderungen. Die Forderungen an bestimmte Materialien orientieren sich naturgemäß bei allen fotografischen Verfahren an den Einsatzbedingungen.

Je genauer diese bekannt sind, desto sicherer läßt sich ein Material adaptieren oder darauf hinentwickeln.  
An Fliegerfilme werden nicht etwa besondere, sondern durchaus normale, aber eben andere Forderungen gestellt, als an Bodenaufnahmematerialien. Die Gradationsanforderungen richten sich nicht nur nach Vorlage und Kopierzweck, sondern in diesem Falle viel mehr nach den Bedingungen zwischen Kamera und Objekt.  
Die Sensibilisierung hat sich ebenfalls auch auf diese Verhältnisse zu beziehen, wobei sonst in der Fotografie allgemeiner Art, Parameter wie Objektiv, Filter, Zwischenraumverhältnisse eine geringe Rolle spielen, hier aber von vorneherein bei der Festlegung der Materialeigenschaften berücksichtigt werden müßten.

Die Hoch-Sensibilisierung der Filme (+ extended red) dient nicht hauptsächlich der Erzielung günstiger Filterfaktoren, sondern der besseren Differenzierung von Objektinformationen.  
Dabei ergeben sich natürlich, speziell bei Schmalband-Aufnahmen, Einschränkungen der nutzbaren Empfindlichkeit.

#### Ausgeglichene Sensibilisierung

Hohe Auflösung, Schärfe, kleines Korn, Maßhaltigkeit etc. sollten nicht nur für bestimmte fotogrammetrische Filme gefordert werden. Alle Fliegerfilme sollten diese Qualitäten aufweisen, damit:

1. nur eine Materialklasse geführt werden muß, von der
2. sowohl Interpretationen möglich sind, wie auch Messungen aller Art, deren Ergebnisse sich in beiden Arbeitszweigen ohne weiteres ineinander fügen lassen.

Zur Verwendung unter diesen Bedingungen sind also ganz bestimmte Materialien erforderlich.

(nach Schwidefsky)

Unveränderte Wiedergabe der Intensitätsverhältnisse nur auf dem annähernd geradlinigen Teil der Kurve (im Bereich der Normalbelichtung) möglich.

Der Objektumfang des Luftbildes ist stets kleiner als 1 : 10.

Es ist an sich kein Problem, diesen Umfang wiederzugeben. Die Intensität muß nur groß genug sein, um auch die Schattenpartien des Objektes oberhalb des Kurvenfußes abbilden zu können.

Bei schlechter Sicht, starke Zunahme des Blauanteils und der Verweißlichtung (bei Farbe)

Der Objektkontrast wird durch Überlagerungen vermindert. Der Ton-Umfang der eingestrahlten Information ist geringer als bei Wirksamkeit des gesamten sichtbaren Spektrums. Objektinformationen werden verändert oder unterdrückt.

Filterungen zur spektralen Änderung allein genügen nicht mehr. Ein steileres Gamma muß quasi "hineinentwickelt" werden.

Man findet:

Gamma Emulsion + Gamma Entwicklung + Aufnahmebedingungen = Gamma Neg.  
(Gamma - Luft?) (ges. Kontrast)

Gamma Neg. erforderlich ca. von 0,7 - 1,4 für ausgewogene  
Abbildung der Mitteltöne (in S+W)

z.B. 0,7 Orthofoto, Einzelbildentzerrung, Stereoplotting

1,4 Direktvergrößerung

- Negativ resultierend aus Belichtung + Entwicklung

ca. je Negative gewünscht für Gebirge - 0,7

für mittelhohes Gelände, nicht offenen Fels + Eis - 0,9

für Flachland (Mittelgebirge ?)

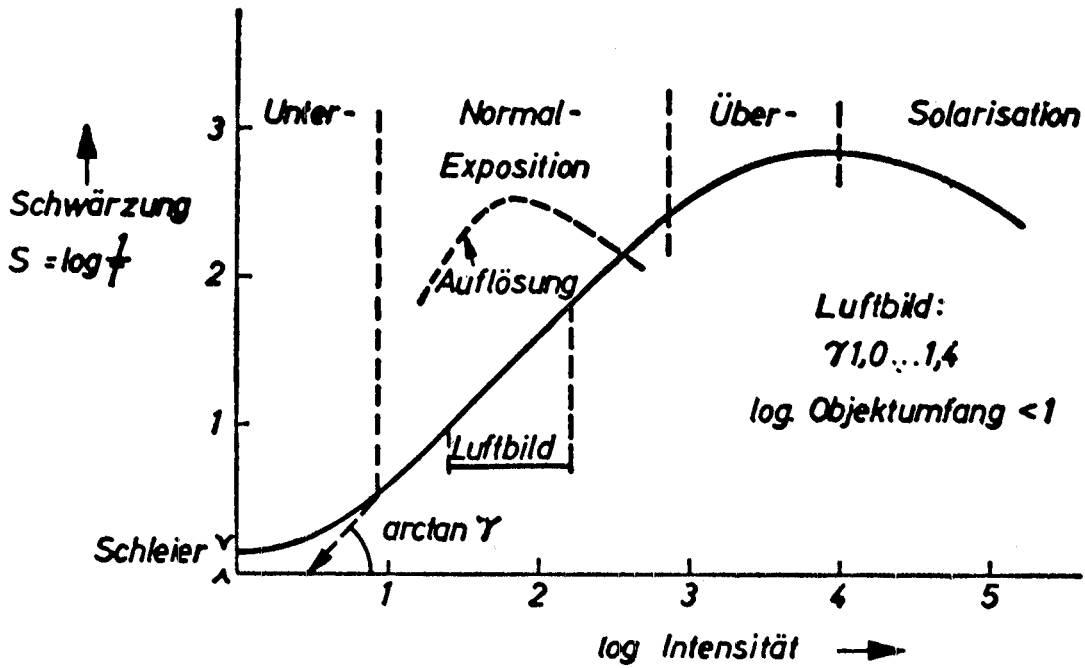
Hügelige Wüste - 1,2 - 1,4

für steiles Licht + flache Wüste - 1,6

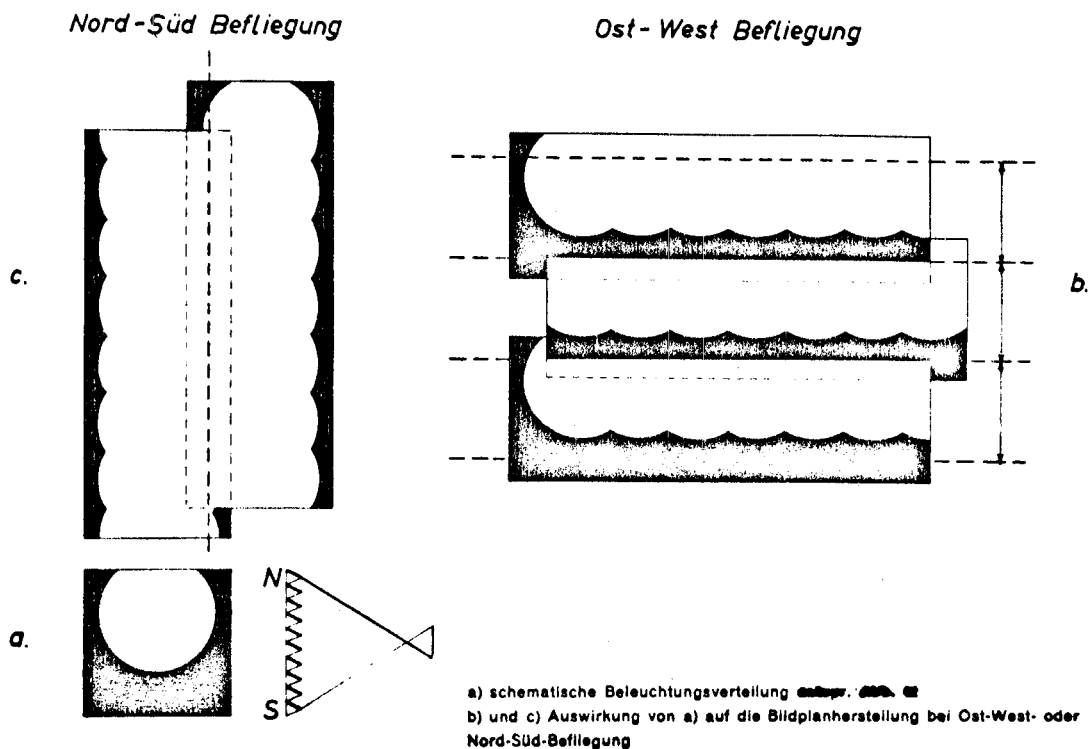
(nach Corten)

Die aktinische Beleuchtungsmenge erhält man, indem diese Funktionen über die Wellenlängen integriert werden:

Die erreichte Negativschwärzung kann ermittelt werden (via Kamera, Verschlusszeit und relative Öffnung), indem man die Belichtung über die Schwärzungskurve bis zur erreichten Schwärzung verfolgt.



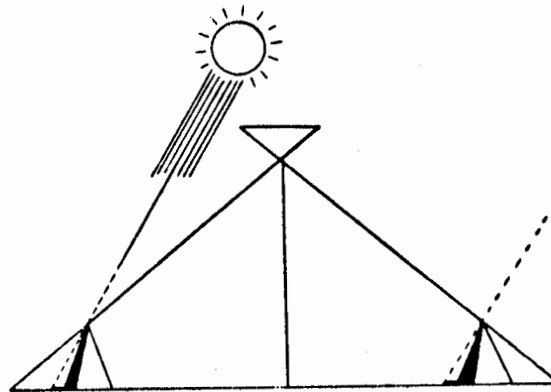
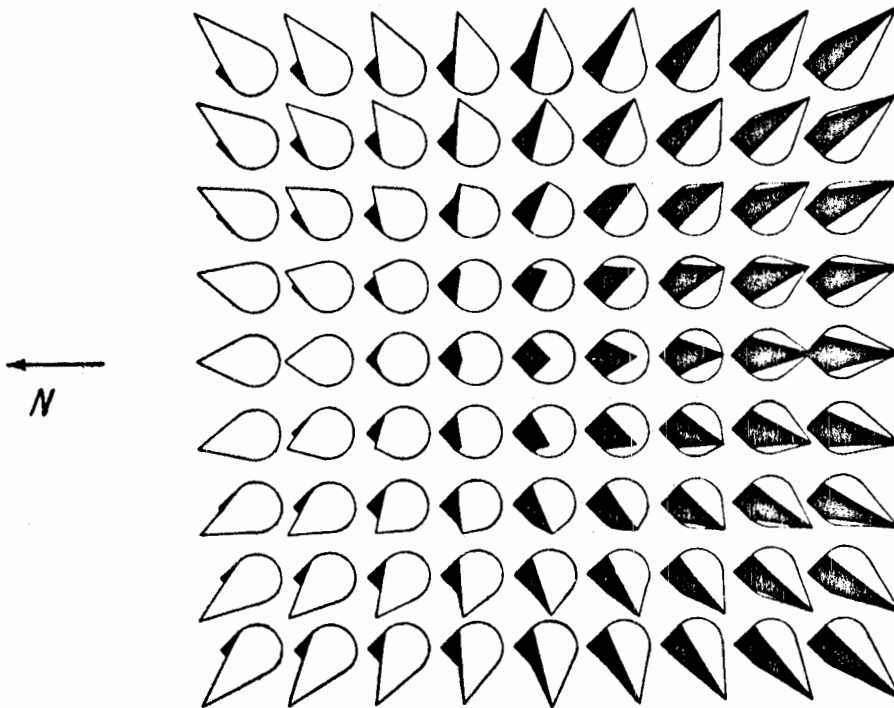
Schema der Schwärzungskurve einer photographischen Schicht. Über dem Logarithmus der aufgestrahlten Intensität ist die Schwärzung (oder Dichte)  $S = \log 1/T$  als Ordinate aufgetragen ( $T =$  Transparenz). Beachte den Gang der Auflösung mit der Schwärzung!



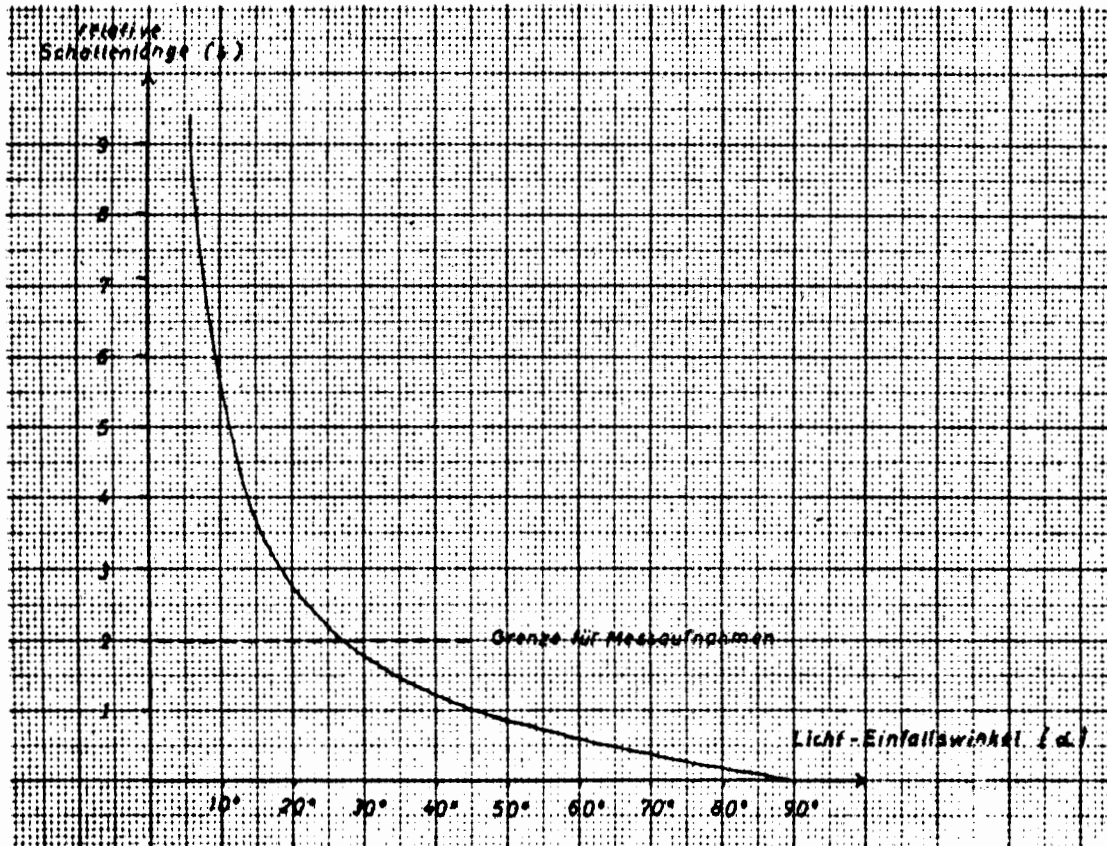
### Systemträger

Andererseits ist auch zu überlegen inwieweit die Flugbewegungen sich auswirken. Ob z.B. ein starres Einhalten der NS - WO Regel außer bei rein photogrammetrischen + kartographischen Flügen auch bei z.B. Flügen für: Interpretationszwecke, für Multiband, für Color Aufnahmen; neben den bekannten Vorteilen, Nachteile durch Winkelleffekte mit sich bringt.

Möglicherweise könnten aber bestimmte Flugrichtungen gegenüber Sonnenstand und Einstrahlwinkel bevorzugt Verwendung finden, wobei die Faktoren Objektiv - Höhe - atmosphärische Umstände - Filter - Film gegenüber Zielsetzung harmonisieren müssen.



Beleuchtungsverteilung durch Schattenwirkung in einem zentralperspektiven Senkrechtbild über gleichförmig bewaldetem Gelände bei mittlerem Sonnenstand



Schattenlängen für verschiedene Einfallswinkel des Sonnenlichtes in Vielfachen der Höhe der schattenwerfenden Objekte

## LITERATUR

- Albertz/Kreiling: Photogrammetrisches Taschenbuch 2. Aufl./1975
- G.C. Brock: The physical aspects of aerial photography.  
Dover publications, Inc. N.Y.  
Itek multispectral photographic facility
- Brucklacher: Vorbereitung und Durchführung von Bildflügen 1957.
- Corten: Physik des Luftbildes in "richtigen" und "falschen"  
Farben.  
BuL 1966
- D.O. Mc Dowell: Spectral Distribution of Skylight Energy for Two Haze  
Conditions; Eastman Kodak Comp.  
Photogram. Eng. 1974
- D.O. Mc Dowell: Determination of Spectral Reflectance Using.
- B. Gilbertson: Spectral Africa Ltd. Randfontein.  
Photogram. Eng. 1974
- M.H. Kreitzer: Exposure for Multispectral Photos.
- H.K. Meier: Farbtreue Luftbilder?  
BuL 5/1967
- F. Möller: Physik der Atmosphäre 1973.
- G. Raines and K. Lee: Spectral Reflectance Measurements;  
Colorado School of Mines, Photogrammetric Engen. 1974
- Schwidefsky: Bei Luftaufnahmen wirksame Beleuchtung.  
BuL 1960
- S. Schneider: Schriftenreihe der Bundesforschungsanstalt für  
Landeskunde und Raumordnung Luft 12  
"Gewässerüberwachung durch Fernerkundung".
- M.R. Specht Aerial Photographs: Eastman Kodak Comp. Photogram. Eng. 1974
- Wichmann: Jahrbuch 70.f: Verm.-Wesen, Geodäsie Photogrammetrie,  
Kartographie - Herbert Wichmann Verlag, Karlsruhe
- Kalman N. Vizy: Detecting and Monitoring Oil Slicks with Aerial Photos,  
Eastman Kodak Comp.  
Photogram. Eng. 1974

## Zusammenfassung

Dieses Referat soll einige Phasen und Umstände auf dem Weg der Strahlungsenergie, von der Sonne bis zum Film, aus photographischer Sicht erörtern. Die Einsatzmöglichkeiten der Photogrammetrie werden oft störend begrenzt durch bestimmte technische Faktoren des eigentlichen Aufnahmevorganges. Obwohl seit Bestehen der Photogrammetrie alle ihre Mittel und Verfahren ständig erweitert und verfeinert wurden, fanden die physikalischen und chemischen Bedingungen der Einsatz- und Aufnahmetechnik, speziell der Aerophotogrammetrie, zu wenig Berücksichtigung.

Der hier zur Verfügung stehende Raum erlaubt es leider nicht, die komplexe Problematik aller Einflüsse auf Energie und Information und deren Auswirkungen darzustellen. Es soll jedoch deutlich werden, wie wenig die Zusammenwirkung aller Faktoren bekannt und praktisch nutzbar ist. Das Ziel ist, mit einigen konkreten Fragestellungen anzudeuten, in welcher Richtung in Zukunft kooperativ nach Lösungen gesucht werden sollte.

### Abstract

The paper deals with certain phases and conditions encountered by radiant energy on its way from the sun to the film as viewed from a photographic point of view. The uses of photogrammetry are frequently limited by certain technical factors hampering the photographic process as such. Although all the means and techniques have been continually extended and improved ever since photogrammetry came into being, insufficient attention has generally been paid to the physical and chemical aspects of photography, above all in aerial mapping work.

The space and time available here unfortunately do not allow a complete account to be given of the complexity of all the factors affecting energy and information. Still, it is the purpose of this paper to demonstrate the negligible extent to which the joint action of all these factors is known and taken into account. A few concrete examples are given to suggest the direction in which solutions should be sought in the future.

### Résumé

L'exposé examine, du point de vue photographique, certaines phases et conditions que l'énergie rayonnante rencontre sur son chemin, entre le soleil et le film. Les possibilités de mise en oeuvre de la photogrammétrie sont souvent limitées par des facteurs techniques qui gênent le processus photographique proprement dit. Bien que les moyens et les procédés de la photogrammétrie aient été élargis et perfectionnés en permanence, les aspects physiques et chimiques de la photographie n'ont pas été pris suffisamment en considération, surtout dans le domaine de l'aérophotogrammétrie.

Le temps disponible ne permet pas d'étudier en détail la complexité des facteurs qui se répercutent sur l'énergie et sur l'information. L'exposé se borne à montrer combien l'action conjuguée de tous ces facteurs est relativement peu connue. A l'aide de quelques exemples concrets, il suggère la direction vers laquelle les recherches devraient s'orienter à l'avenir pour aboutir à des solutions utiles.

### Resumen

Esta conferencia trata de algunas fases y circunstancias en el camino de la energía radiante desde el sol hasta la película, vistas bajo un aspecto fotográfico.

Los usos de la fotogrametría muchas veces se limitan de una manera muy molesta por ciertos factores técnicos del proceso de toma propiamente dicho. Aunque desde los comienzos de la fotogrametría se han ido ampliando y refinando continuamente todos sus medios y métodos, las condiciones físicas y químicas de la técnica fotográfica, especialmente de la fotogrametría aérea, apenas si han sido consideradas.

El tiempo limitado de esta conferencia desgraciadamente no permite exponer la compleja problemática de todas las influencias en la energía y la información, así como sus efectos. Sin embargo, se mostrará bien patentemente qué poco conocido y utilizable en la práctica es el efecto combinado de todos estos factores. Se intentará indicar con algunos ejemplos concretos en qué dirección deberían buscarse en el futuro las soluciones correspondientes.