

Paper-ID: VGI_196909



Metrische Photogrammetrie mit Farbfilmen

Franz Ackerl ¹

¹ *Hochschule für Bodenkultur, 1190 Wien, Peter-Jordan-Straße 82*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **57** (3), S. 69–74

1969

BibT_EX:

```
@ARTICLE{Ackerl_VGI_196909,  
Title = {Metrische Photogrammetrie mit Farbfilmen},  
Author = {Ackerl, Franz},  
Journal = {{{\0}sterreichische Zeitschrift f{{\"u}r Vermessungswesen}},  
Pages = {69--74},  
Number = {3},  
Year = {1969},  
Volume = {57}  
}
```



ÖSTERREICHISCHE ZEITSCHRIFT FÜR VERMESSUNGSWESEN

Herausgegeben vom
ÖSTERREICHISCHEN VEREIN FÜR VERMESSUNGSWESEN

Offizielles Organ

des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (Gruppen f. Vermessungswesen),
der österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung und
der Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie

REDAKTION:

emer. o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. H. Rohrer,
o. Prof. Hofrat Dr. phil. Dr. techn. e. h. K. Ledersteger und
Hofrat Dipl.-Ing. Dr. techn. Josef Mitter

Nr. 3

Baden bei Wien, Ende Juni 1969

57. Jg.

Metrische Photogrammetrie mit Farbfilmen

Von *Franz Ackerl*, Wien

Seit dem Beginn der Verwendung von Farbfilmen für photogrammetrische Aufnahmen beschäftigen sich zahlreiche Veröffentlichungen mit dem Vergleich der verfügbaren Emulsionen und der Gegenüberstellung vorhandener Vorteile und Nachteile. Die ab etwa 1964 sich vergrößernde Reihe von Berichterstattungen über praktische Ergebnisse wurde relativ selten von Arbeiten unterbrochen, die mit den physikalischen Grundlagen der Farbenlehre jene Zweifel klärten, die bei rein praktischen Versuchen auftraten. Diese Zweifel hatten eigentlich wenig mit metrischer Photogrammetrie zu tun, denn sie beschäftigten und beunruhigten die Praktiker der *Bild-Interpretation*. Verwöhnt durch die Erleichterung von Entscheidungen durch den Hinzutritt der Farbe forderte man Farbtreue und Farbkonstanz, die am Beginn der Benützung von Farbfilmen oftmals nicht erfüllt waren. Um 1966 wurde gezeigt [1], wie zahlreich jene Störungen sind, die allein schon im Dingraum vorhanden sind und durch ihr Vorhandensein die Erreichung von Farbtreue in erster Phase beschränken. Die zweite Phase möglicher Störungen ist durch alle Einflüsse gegeben, die zwischen der Entstehung des Bildes und seiner Farbentwicklung wirksam werden. Betrachtet man alle diese Zusammenhänge [2], so wird offenbar, daß es geradezu ein Wunder wäre, Farbtreue und Farbkonstanz zu erreichen.

Es soll an dieser Stelle — in Ergänzung der genannten Veröffentlichungen — auf den Umstand hingewiesen werden, daß es im allgemeinen durchaus möglich ist, jedes Farbbild, ob Umkehr-, Negativ- oder auch Papierbild, durch entsprechende Filterung bzw. Beleuchtung subjektiv farbtreu erscheinen zu lassen, nicht aber objektiv, wegen der individuellen Verschiedenheit menschlicher Augen. Es ist nämlich Farbkonstanz wesentlich von der sogenannten „Stimmung des Auges“ abhängig

und diese — auch farbige oder chromatische Adaption genannt — ist ein Anpassungszustand des Auges an die farbige Allgemeinbeleuchtung des Gesichtsfeldes. Nur diese Anpassung ermöglicht überhaupt das Farbsehen. Wäre diese chromatische Adaption des Auges nicht vorhanden, dann würde die wechselnde spektrale Zusammensetzung der Allgemeinbeleuchtung bewirken, daß die farbigen Gegenstände unserer Umgebung ständig in anderen Farben erscheinen. Ein sehr eindringlicher Beleg hiefür ist die Prüfung des Unterschiedes der Farbe von Stoffen bei Kunstlicht bzw. Tageslicht. Der ganze Bereich dieser Fragen erstreckt sich weit in das Gebiet der Physiologie des menschlichen Auges [3] und läßt dadurch erkennen, wie wandelbar die individuelle Auffassung vom Vorhandensein, vom Mangel oder vom Fehlen von Farbtreue ist [4].

Es ist gewiß, daß das Streben nach Farbtreue in gewissen Bereichen der Farbphotographie — etwa der Porträtphotographie — wichtig und notwendig ist. Hier stehen auch heute schon hinreichende Mittel zur Erzielung von individuell empfundener Farbtreue zur Verfügung, insbesondere im Rahmen einer gleichbleibend lichtgesteuerten Umwelt. Es ist aber damit — und als Folge der vorigen Bemerkungen — noch nicht gewährleistet, daß das individuell farbtreue Bild bei der Betrachtung in einer veränderten Allgemeinbeleuchtung farbkonstant erscheint.

Für die Anwendung von Farbemulsionen in der Photogrammetrie sollte ein Mangel an Farbtreue oder Farbkonstanz kein Hindernis sein. Die sich mehrende Verwendung von Falschfarben-Emulsionen dürfte ein guter Beleg dafür sein, daß mindestens bestimmte Bereiche der reinen „Interpretation“ auf Farbtreue verzichten. Es ist sogar anzunehmen, daß zur Bearbeitung von Sonderaufgaben hiefür besonders geeignete Falschfarben-Emulsionen entwickelt werden.

Schließlich ist doch der geübte Auswerter von Schwarzweiß-Filmen sogar — und ohne Schwierigkeit — imstande, ein Negativ zu interpretieren und metrisch auszuwerten, also das Negativ in den normalen Positiveindruck umzudeuten, ohne sich des dazwischenliegenden Denkvorganges bewußt zu werden.

Es ist wohl nicht notwendig jene zahlreichen Untersuchungen zu nennen, als deren Ergebnis endgültig feststeht, daß Farbbilder die Interpretation des Bildinhaltes erleichtern und damit indirekt auch die metrische Auswertung, wenn eine solche durchgeführt werden soll. Die von der Farbigekeit des Bildes dargebotene Stütze zur rascheren oder zweifelfreien Identifizierung von bestimmten signalisierten oder nicht signalisierten Punkten des Bildinhaltes wird vorerst nur in ökonomischer Hinsicht wirksam werden und als Zeitersparnis zu erkennen sein, gegenüber der gleichartigen Auswertung einer Schwarzweiß-Aufnahme desselben Bildinhaltes. Angaben über die Genauigkeit durchgeführter Messungen auf Farbfilmen bezogen sich vorerst auf das Auflösungsvermögen der verwendeten Emulsionen [5] und es dauerte einige Jahre, bis der in Europa in manchen Kreisen verbreitete Glaube überwunden war, daß Farbemulsionen „natürlich weniger scharf“ seien als Schwarzweiß-Emulsionen. Ein plötzlicher Umschwung trat ein, als gelegentlich des ISP-Kongresses 1964 in Lissabon bekannt wurde, daß beim USA-Coast and Geodetic Survey seit Oktober 1963 die Aerotriangulation mit Farben-Diapositivplatten durchgeführt wird [6]. Wenngleich dieser Bericht keine Zahlenangaben zur erreichten Genauigkeit bringt, so wird festgestellt, daß „die erhöhte Güte und Sicherheit der

Interpretation besonders genaue Einstellungen der Paßpunkte an den Modellübergängen ermöglicht und damit eine Steigerung der Genauigkeit der Aerotriangulation bewirkt“. Auch über die physikalische Güte der Farbemulsionen konnte kein Zweifel mehr bestehen, da die für analytische Aerotriangulation erforderlichen Bildpunktkoordinaten mit Monokular-Komparatoren von *Mann*, Modell 422 F bei 20facher bis sogar 60facher Vergrößerung beobachtet werden, ohne Behinderung durch die Körnung der Farbschichten.

Die zur Aufnahme verwendeten Filme (Kodak bzw. Ansco) boten auch größte Sicherheit hinsichtlich Stabilität der Schichtträger, für die seit 1961 Estar Polyester Bänder von 0,004 inch (0,102 mm) Dicke verwendet wurden [7].

Als Durchschnittswerte der Schrumpfung eines Quadrates ergaben sich: in Länge 0,022%, in Breite 0,025%, in den beiden Diagonalen 0,024%.

Um keine Wiederholungen bereits veröffentlichter Tatsachen zu bringen, sei auf jene Darstellung verwiesen, die zur Entwicklung der modernen Anschauungen über die metrischen Qualitäten von Farbfilmen und -Platten in der Besprechung des „Manual of Color Aerial Photography“ (diese Zeitschrift 1968, Heft 6) gegeben wurde. Die Ergebnisse der dort nur kurz erwähnten — mit einem Kostenaufwand von fast 4 Millionen ö. S — großangelegten Testversuche, sind in dem Kapitel VIII auf 40 Seiten mit 21 Tabellen für Aufnahmen mit 5 verschiedenen Film-Typen aus Flughöhen von 30000, 20000 und 10000 Fuß dargestellt. Da zur Auswertung Instrumente dienten, die höchste Genauigkeit gewährleiten (Zeiss PSK-Stereokomparator, Zeiss C-8-Stereoplanigraph), sind die Ergebnisse der statistischen Analysen von größter Beweiskraft. Die Genauigkeit der vielen tausend Beobachtungen wird durch folgende Durchschnittswerte gekennzeichnet.

$$\begin{aligned} \text{Stereokomparator: } m_1 &= \pm 7 \mu\text{m (68\%)}, m^2_1 = m^2_x + m^2_y \\ \text{(30000'-Platten)} \quad m_{3,5} &= \pm 25 \mu\text{m (99, 8\%)}, m_{3,5} = 3,5 m_1 \end{aligned}$$

Die zur Flughöhe von 30000' (rd. 10 km) gehörigen Lagewidersprüche überschreiten nur in 5 Fällen 1 m. Die Höhenwidersprüche liegen alle unter 1 m.

Gegenüber dem zum Vergleich dienenden Schwarzweiß-Film (Kodak Plus X) ergab sich in m_1 ein größter Unterschied von 3 μm .

Stereoplanigraph: Die folgende Tabelle ist der erste Teil der Tabelle 8.3.22 aus „Manual“ S. 364 und gibt die Unterschiede der 4 verwendeten Farbfilme gegen den eben genannten Schwarzweiß-Film.

Das Ergebnis des Testes kann man etwa mit der folgenden Aussage zusammenfassen.

Die Frage, ob Luftbildaufnahmen mit Farbfilmen gleich genau sind wie solche mit Schwarzweiß-Filmen, wurde gelöst mit dem PSK-Test und bestätigt mit dem C-8-Test. Die statistischen Analysen zeigen, daß die Color-Typen 2a und 2b im allgemeinen gleich genau oder genauer sind als der verwendete Schwarzweißfilm, während die Color-Typen 3 und 4 eine etwas geringere Genauigkeit aufweisen.

Der PSK-Test zeigt an, daß die Color-Typen 2a und 2b den Schwarzweiß-Film an Genauigkeit übertreffen, während die Color-Typen 3 und 4 nahezu gleich genau sind wie der Schwarzweiß-Film.

Tabelle A

Flughöhe 20000 Fuß			Filmtype [8]	Flughöhe 30000 Fuß			Film-Kennzeichen
Zentimeter				Zentimeter			
m_x	m_y	m_z		m_x	m_y	m_z	
-9	+28	+6	Color 2a = Kodak MS entwickelt bei Coast and Geodetic Survey	-8	+1	+63	Kodak Ektachrome MS Aerographic Type 2448, Estar Basis 4-mil. Estar polyester
+5	+32	-6	Color 2b = Kodak MS entwickelt bei Kodak	-28	+1	+5	Type 2448 Estar
0	+25	+27	Color 3 = Ansco D-200 entwickelt bei Coast and Geodetic Survey	+49	0	+56	Anschochrome D-200 Aerial Reversal
+5	+70	+80	Color 4 = Kodak-Color-IR, entwickelt bei Kodak	+2	+61	+59	Type 8443 5, 2-mil. Zellulose Triazetat

- bzw. + Zeichen bedeutet: unterhalb bzw. oberhalb des entsprechenden m bei Schwarzweiß-Film 5

Aus dem Vergleich der Auswertung mit dem Stereoplanigraphen C-8 folgt, daß die Color-Typen 2a und 2b die Typen 3 und 4 übertreffen und alle Typen nahezu ebenso genau sind wie der Schwarzweiß-Film.

„Diese beiden Teste zeigen, daß – abgesehen von geringen Widersprüchen – die geprüften Colorfilme für Luftbildmessungen die gleiche (oder auch eine höhere) Genauigkeit wie die üblichen Schwarzweiß-Filme für Aerophotographie darbieten.“

Die von *Swanson* [6] gegebenen Hinweise hatten dazu geführt, daß in USA die Entwicklung und Erzeugung von Color-Luftbildfilmen einen beträchtlichen Auftrieb erhielten. Eine weitere Folge war es, daß sich nach dem ISP-Kongreß Lissabon 1964 solche Veröffentlichungen mehrten, die bei Untersuchung von Color-Filmen schon deren allgemeine Tauglichkeit für Meßzwecke als gegeben annehmen, aber doch auch die Maßhaltigkeit erwähnten bzw. auf ihre Prüfung eingingen [9], [10], [11] und Vergleiche des Einflusses der Schichtträger anstellten.

Hinsichtlich des Vorganges und der Auswertung eines derartigen Testes sollten die in den Arbeiten von *Brucklacher* [12] und *Wunderlich* [13] gegebenen Hinweise beachtet werden.

Es ist anzunehmen, daß vor dem Beginn und während der ab 1963 in den USA durchgeführten Colorfilm-Teste die schon bekannten physikalischen Eigenschaften und die in [12] veröffentlichten Unterlagen zur Entwicklung einer sehr vollständigen Behandlung des Problems der Maßhaltigkeit von Filmen und Platten für topographische Zwecke anregte [14], natürlich mit besonderem Eingang auf die in USA zur Verfügung stehenden Emulsionsträger.

Für den deutschen Sprachraum besteht derzeit noch keine abgeschlossene Darstellung der Eigenschaften und des möglichen Vergleiches von in Europa herge-

stellten Color-Aufnahmematerialien für photogrammetrische Arbeiten. Die grundlegend wichtige Frage betreffend die Genauigkeit der Abbildung von Schwarzweiß-Negativen auf Diapositivplatten [15], wurde durch Messung der Koordinatendifferenzen untersucht, die bei sorgfältiger Kopierung eines Luftbild-Negativs auf mehrere Diapositivplatten entstehen können. Für die untersuchten Formate $18 \times 18 \text{ cm}^2$, $23 \times 23 \text{ cm}^2$ ergab sich ein durchschnittlicher Punktfehler von $\pm 6 \mu\text{m}$. Dies stimmt überein mit eigenen Versuchen, die vorerst ab 1955 die Kopierung von Infrarot-Negativplatten und später ab 1960 auch von Color-Negativfilmen auf Schwarzweiß-Diapositivplatten betrafen. Die hierbei erhaltenen Resultate waren aus terrestrischen Meßbildern $9 \times 12 \text{ cm}^2$ und $13 \times 18 \text{ cm}^2$ abgeleitet, in Vorträgen mitgeteilt und nur als kurzer Hinweis [16] veröffentlicht.

In einem vor dem Abschluß stehenden Forschungsauftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft stehen nun seit 1962 auch Luftbild-Reihen mit verschiedenen Color-, Falschfarben-, Infrarot- und Schwarzweiß-Filmen mit den Maßstabszahlen 1:6000, 1:10000, 1:15000 über dem gleichen Mittelgebirgs-Waldgebiet zur Verfügung und in Bearbeitung. Es ist anzunehmen, daß die Ergebnisse nicht nur die gewünschte Lösung von vielen Problemen bringen, die bei Anwendung der Luftbildmessung im Forstwesen auftreten, sondern daß insbesondere auch ein Beitrag geleistet werden kann zur Feststellung, daß moderne Colorfilme für metrische photogrammetrische Auswertung voll geeignet sind.

Literatur

- [1] *Corten, F. L.*: Physik des Luftbildes in „richtigen“ und „falschen“ Farben, B u L, 1966, Heft 4.
- [2] *Meier, H. K.*: Farbtreue Luftbilder? B u L, 1967, Heft 5.
- [3] *Mütze, K.; Foitzik, L.; Krug, W.; Schreiber, G.*: ABC der Optik, VEB Edition Leipzig, 1961 (S. 859).
- [4] *Kowaliski, P.*: Notions Techniques de Reproduction des Couleurs, Editions Estienne (Laboratoires Kodak-Pathé) Vincennes, 1964. Théorie de la reproduction des couleurs et filtres de sélection „Couleurs“ Nr. 57, 1er Trimestre, Paris, 1965.
- [5] *Völger, K.*: Neue Versuche mit farbigen Luftaufnahmen, B u L, 1957, Heft 4.
- [6] *Swanson, L. W.*: Aerial Photography and Photogrammetry in the Coast and Geodetic Survey, USA C&GS-Bericht, ISP, Lisbon, 1964.
- [7] *Calhoun, J. M.; Adelstein, P. Z., Parker, J.*: Physical Properties of Estar Polyester Base Aerial Films for Topographic Mapping, Photogrammetric Engineering 1961, Nr. 3.
- [8] *Manual of Color Aerial Photography*, American Society of Photogrammetry, 1968. S. 196, 202.
- [9] *Umbach, M. J.*: Color and Metric Photogrammetry, Paper 197 presented to American Society of Photogrammetry, Congress on Surveying and Mapping Convention, March 5 to 10, 1967.
- [10] *Duddek, M.*: Practical Experiences with Aerial Color Photography Photogrammetric Engineering 1967, Heft 10.
- [11] *Woodrow, H. C.*: The Use of Colour Photography for Large-Scale Mapping, The Photogrammetric Record, No 30, October 1967.
- [12] *Brucklacher, W. A.; Lüder, W.*: Untersuchungen über die Schrumpfung von Meßfilmen und photographischem Plattenmaterial, Veröffentlichung B 31 der DGK, 1956.
- [13] *Wunderlich, W.*: Cronar in der großmaßstäbigen Auswertep Praxis, B u L, 1964, Heft 4.
- [14] *Manual of Photogrammetry*: Third Edition, American Society of Photogrammetry, 1966 (Besprechung in dieser Zeitschrift, 1966, Heft 3).

[15] *Schwidersky, K.*: Zur metrischen Reproduzierbarkeit von Diapositivplatten, B u L, 1966, Heft 3.

[16] *Ackerl, F.*; Die Verwendung von Farbaufnahmen in der Photogrammetrie. Diese Zeitschrift 1967, Heft 3, S. 65.

Der Geodimereinsatz bei der Verdichtung des Festpunktnetzes im Stadtgebiet von Wien

Von *Paul Hörmannsdorfer*, Wien

Die rasche Entwicklung der modernen Technik, der Ausbau des Verkehrsnetzes und die Aufgaben der Planung führten, besonders in den letzten Jahrzehnten, zu einem ungeahnten Aufschwung des Liegenschaftsverkehrs und damit, vor allem in den Städten und ihrer Umgebung, zu einer ständigen Zunahme des Bodenwertes. Sie erhöhten im gleichen Maße die Forderungen und Ansprüche an den Kataster und zwangen zu fortschrittlich verbesserten Methoden in der technischen Erfassung und örtlichen Sicherung. Dieser Entwicklung trägt auch das neue „Vermessungsgesetz über die Landesvermessung und den Grenzkataster“ vom 3. 7. 1968 Rechnung. Erste Voraussetzung für die Neuanlegung eines Grenzkatasters ist aber ein engmaschiges Festpunktnetz.

Das Triangulierungsnetz 5. Ordnung im Raume von Wien aus den Jahren 1948—53 weist eine sehr hohe Genauigkeit auf und entspricht allen Anforderungen, sowohl als Grundlage für die Erstellung von Festpunktnetzen, als auch für die Neuanlegung eines Grenzkatasters. Im Stadtgebiet von Wien zwischen Donau und Gürtel hatten jedoch viele Hochpunkte keine Bodenstabilisierung, bei einigen ist sie verlorengegangen, so daß heute fast 50% der Triangulierungspunkte Hochpunkte (Türme, Schloten etc.) sind, deren unveränderte Lage oder Höhe nur schwierig zu überprüfen ist. Allein die Neustabilisierung all dieser Punkte und das Herstellen einer kontrollierten örtlichen Beziehung ist, wegen der dichten Verbauung der Innenstadt, mit größten Schwierigkeiten verbunden. Die Triang.-Abt. des Bundesamtes f. E. u. Vermessungswesen hat daher, in Zusammenarbeit mit der Mag.-Abt. 41 und dem Vermessungsamt Wien, im Jahre 1967 mit einer generellen Verdichtung des Festpunktnetzes begonnen, die sich von der Inneren Stadt ausgehend, abschnittsweise über das gesamte Gemeindegebiet von Wien erstrecken soll. Die Polygonalmethode mit elektronischer Streckenmessung erschien unter den gegebenen Umständen am geeignetsten und rationellsten. (Die Stadtvermessung in Linz wurde bereits vor einigen Jahren in ähnlicher Art durchgeführt und hat zu ausgezeichneten Ergebnissen geführt.)

Die Führung der Polygonzüge entlang der Hauptverkehrsstraßen ergibt zwangsläufig einen Punktabstand von 200—300 m, bietet die Möglichkeit alle Hochpunkte zu stabilisieren und sie gleichzeitig zu überprüfen. Damit können sie aber auch für die Zwischenorientierung der Polygonzüge verwendet werden, selbst dann, wenn die Entfernung nicht größer als die Länge der Polygonseiten ist. Dies ist deshalb von größter Bedeutung, weil diese nahe gelegenen Hochziele auch bei späteren Messungen als Anschlußrichtungen herangezogen werden können.