

Paper-ID: VGI_195014



Über Form- und Größenänderungen von photographischen Platten und Filmen für Meßzwecke

Ernst Rüst ¹

¹ *Heerbrugg*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **38** (5–6), S. 129–132

1950

Bib_TE_X:

```
@ARTICLE{Ruest_VGI_195014,  
Title = {{\U}ber Form- und Gr{o}{\ss}en{\a}nderungen von photographischen  
Platten und Filmen f{u}r Me{\ss}zwecke},  
Author = {R{\u}st, Ernst},  
Journal = {{\O}sterreichische Zeitschrift f{u}r Vermessungswesen},  
Pages = {129--132},  
Number = {5--6},  
Year = {1950},  
Volume = {38}  
}
```



Das Internationale Ellipsoid ist eben gar nicht das bestanschließende Ellipsoid von Amerika. Damit steht im Einklang, daß *Jeffreys*¹⁴⁾ aus nicht isostatisch reduzierten Lotabweichungen den kleineren Achsenwert 6 378 099 *m* gefunden hat. Unser Vergleich in Abschnitt 2 ist also ein Vergleich zwischen dem bestanschließenden Ellipsoid von Europa und dem mittleren Erdellipsoid und nicht ein Vergleich zwischen zwei bestanschließenden Ellipsoiden. Dann aber scheint dieser Vergleich und das damit halbwegs übereinstimmende provisorische Ergebnis für die Achse des Normalsphäroids umgekehrt auch die Berechtigung dafür zu erweisen, daß das bestanschließende Ellipsoid von Europa ohne isostatische Reduktion berechnet wurde. Andererseits gewinnt dadurch *Heiskanens* älterer Achsenwert aus den europäischen Gradmessungen¹⁵⁾, der bekanntlich vom *Hayford* schen Wert nur um 9 *m* abweicht, erhöhte Bedeutung. Jeder Widerspruch scheint zu schwinden, wenn man nur bestanschließendes Ellipsoid und die Approximation des mittleren Erdellipsoides scharf auseinanderhält. Nur für ein fiktives Lotabweichungssystem, das sich gleichmäßig über die ganze Erde erstreckt, würden beide zusammenfallen.

Es gibt also prinzipiell zwei Methoden zur Bestimmung des Normalsphäroides: einmal die Ausgleichung isostatisch reduzierter Lotabweichungen, die gegenüber der Verwendung unreduzierter Werte immer eine Achsenvergrößerung ergeben muß, welche auch den Betrag von 500 *m* erreichen oder sogar übersteigen kann. Je besser dabei die gemachten Annahmen der tatsächlichen Massenlagerung in der Erdkruste entsprechen, umso eher müssen verschiedene Kontinente fast denselben Achsenwert liefern.

Sodann die hier vorgeschlagene direkte Methode. Diese vermeidet bewußt die isostatische Reduktion und operiert dementsprechend mit den kontinentalen Undulationen des *aktuellen* Geoids. Gerade durch diese Unabhängigkeit von isostatischen Voraussetzungen kann sie ein weiteres Glied in der Beweiskette für das tatsächliche Bestehen des näherungsweise Massenausgleiches in der Erdkruste bilden.

Über Form- und Größenänderungen von photographischen Platten und Filmen für Meßzwecke

Von Dr. Ernst Rüst, Heerbrugg

Die Maßhaltigkeit von Filmen und Platten ist eine für den Photogrammeter außerordentlich wichtige Frage. Die immer höheren Genauigkeitsforderungen für Aufnahme- und Auswertegeräte bedingen ein genaues Studium der Eigenschaften der Aufnahmeschichten. Durch die kriegsbedingte Abgeschlossenheit fehlt jedoch der Überblick über die in den letzten Jahren gesammelten Kenntnisse teilweise und es scheint daher geboten, wenigstens kurz über den heutigen Stand zu berichten.

¹⁴⁾ *H. Jeffreys*, On the Figures of the Earth and Moon, Third Paper, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Geophys. Suppl. Vol. V, Nr. 7, London 1948.

¹⁵⁾ *W. Heiskanen*, Die Erddimensionen nach den europäischen Gradmessungen, Veröff. d. Finnisch-geodät. Institutes, Helsinki 1926.

Den Photogrammeter werden sicherlich folgende Einzelheiten aus der deutschen und amerikanischen Literatur (bis Juni 1947) interessieren:

1. Allgemeines

Platten: Für Messungen in der Größenordnung von einigen Mikron sind auch Platten nicht vollkommen [4].

Es ist zu unterscheiden zwischen Größenänderungen der Schicht und solchen des Schichtträgers.

Bei **Platten** (Schichtträger Glas) sind Änderungen des Schichtträgers, sofern er so dick ist, daß er sich nicht durchbiegt, auch bei Präzisionsmessungen zu vernachlässigen. Nur die **Schichtschumpfungen** spielen hier eine Rolle*).

Filme: Die Filmunterlage ist auch bei den modernsten mit „low-shrink“ bezeichneten Filmen ziemlichen maßstäblichen Änderungen unterworfen. Die Größe dieser Änderungen ist stark abhängig von der Lagerung vor und nach der Belichtung (Temperatur und relative Feuchte) und von der mehr oder weniger sachgemäßen Behandlung bei der Verarbeitung.

Schrumpfungen der Schicht sind bedeutend kleiner als **Schrumpfungen der Unterlage**, und zwar treten Schichtschumpfungen vorwiegend lokal auf, während Schrumpfungen der Filmunterlage sich meistens über längere Strecken annähernd linear auswirken! Schrumpfungen der Filmunterlage sind richtungsabhängig (längs und quer zur Laufrichtung verschieden). Bei „low-shrink“-Filmen sind diese Richtungsunterschiede stark vermindert.

2. Schichtschumpfungen durch Verarbeitungseinflüsse

Schrumpfungen der Schicht haben ihren Grund nur in sehr beschränktem Maße in primären Änderungen der Gelatinmasse — es zeigt sich die erstaunliche Tatsache, daß eine Strecke auf der trockenen Platte ihre Länge beim Einweichen und Quellen nicht ändert [6] —, sondern zum größten Teil sind dafür **Entwicklungs-effekte** verantwortlich, die die Gelatine- oder die Silberverteilung beeinflussen.

Der Gelatine- oder Ross-Effekt besteht in einer Gerbung der silberhaltigen Bildstellen durch die gebildeten Entwickleroxydationsprodukte. Die Bildstellen enthalten daher weniger Wasser als die Umgebung und trocknen rascher. Dabei ziehen sie sich zusammen und reißen die umgebende, noch gequollene Gelatine mit.

Trübungseffekt: Nahe benachbarte Punkte oder Linien beeinflussen sich während der Belichtung gegenseitig durch Streulicht (Diffusionslichthof). Es tritt Bildverbreiterung auf und damit eine Annäherung der Punkte oder Linien. Der Trübungseffekt wird fast immer überlagert durch den

*) Das Wort Schrumpfung wird hier nicht ausschließlich im Sinne des Zusammenziehens gebraucht. Es kann darunter auch eine negative Schrumpfung, also eine Ausdehnung, verstanden werden.

Kostinski-Effekt: Zwischen nahe benachbarten belichteten Punkten oder Linien findet geringere Entwicklung statt, da der von der Schicht aufgesaugte Entwickler sich dort rascher erschöpft und die Entwicklung durch starke Bromkaliumabscheidung zudem verlangsamt wird. Die Punkte oder Linien erscheinen daher zu weit voneinander entfernt. Der Kostinski-Effekt wirkt sich auf größere Entfernungen aus (bis ca. 40 μ Abstand der Punkte) als der Trübungseffekt [4].

Diese drei Effekte beeinflussen die Flächentreue des Bildes. Es empfiehlt sich daher, bei allen Aufnahmen, wo auf Flächentreue Wert gelegt wird, eher knapp zu belichten. Dann bleiben die Abweichungen klein und überschreiten kaum 2 bis 3 μ [3].

Kostinski- und Trübungseffekt spielen bei photogrammetrischen Auswertungen wohl keine große Rolle. Immerhin läßt sich der Fall denken, daß irgendwelche Marken dadurch aus ihrer richtigen Lage verschoben werden.

3. Schrumpfungen des Schichtträgers

Bei Schrumpfungen der Filmunterlage ist zu unterscheiden zwischen reversiblen und irreversiblen Änderungen.

Reversible Zusammenziehung oder Ausdehnung ist eine Folge des Verlustes oder der Aufnahme von Wasser, verursacht durch Schwankungen der relativen Feuchte der umgebenden Luft. Auch Temperaturänderungen dehnen und kontrahieren den Film, doch sind die durch die Feuchtigkeitsschwankungen bedingten Änderungen erheblich größer. Zudem hat eine Temperatursteigerung — mit Filmdehnung — meistens eine Verminderung der relativen Feuchte mit Filmverkürzung zur Folge.

Die irreversible Schrumpfung ist auf den Verlust von Lösungsmittelresten und Weichmachern im Film zurückzuführen. Auch plastische Verformung der Unterlage spielt hier mit. Die irreversible Schrumpfung wird vermehrt durch Wärme und Feuchtigkeit, vermindert durch Aufbewahrung in luftdichter Verpackung, so daß kein Luftwechsel stattfinden kann.

Mit einem gewissen Betrag an irreversibler Schrumpfung ist bei der Entwicklung immer zu rechnen. Diese Schrumpfung setzt sich — in abnehmendem Maße — während der ganzen Lebensdauer des Filmes fort.

Die früher verwendeten Nitrozellulose-Filme (Zelluloid) verhielten sich in bezug auf mechanische Festigkeit und Schrumpfung besser als die später eingeführten sogenannten Sicherheitsfilme (Safety) aus Acetylzellulosen. Die neuen „low-shrink“-Filme sind etwas anders zusammengesetzt (Zellulose - acetat - butyrat) und zeigen bessere Schrumpfeigenschaften als reine Acetylzellulosen und vor allem verminderte Unterschiede zwischen Längs- und Querschrumpfung.

4. Zahlenangaben über die Fehler

Bei Platten:

a) allgemeine Verzerrung, die ihren Grund in Änderungen der Gelatine an sich haben:

Wahrscheinlicher Fehler = 2 μ bei gewöhnlicher Lufttrocknung. Bei rapider

Trocknung sind die Fehler größer, vermindern sich aber wieder nach Einweichen und Trocknen in ruhiger Luft [4]. Diese allgemeinen Verzerrungen sind vor allem in den Randzonen wirksam, ungefähr 1 cm vom Rand entfernt kaum mehr nachzuweisen [4].

b) Roß-Effekt: Für Bildpunkte, die einen Abstand von 0,1 mm voneinander oder weniger aufweisen, beträgt die Kontraktion 1,6 μ für alle Entwickler außer für Pyrogallol-Metol, wo der Wert viermal größer ist [4].

c) Gesamtänderung bei Platten: die meisten Autoren geben an: Verzerrungen bis 5 μ . Nach Berndt [4, 6] betragen die maximalen Fehler auf 100 mm Länge bei Randlinien 15 μ , bei Diagonalen 10 μ , beim Achsenkreuz 5 μ . Warmlufttrocknung erhöht den Fehler bei Randlinien auf 20 μ . Bei Doppelschichtplatten steigen die Fehler am Rand bis 60 μ , im Innern bis 20 μ .

Bei Filmen: Es sind im folgenden nur Werte für das beste, heute erhältliche Aufnahmematerial, den Kodak Aerographic Film, angegeben [10, 12]:

	Mittel aus Längs- und Querschrumpf	Differenz zwischen Längs- und Querschrumpf
Schrumpfung oder Dehnung in % für 10% Änderung der relativen Feuchte, bei konstanter Temperatur	0,08	0,005
Schrumpfung oder Dehnung in % für 5,5° C Temperaturunterschied bei kon- stanter relativer Feuchte	0,04	0,005
Entwicklungsschrumpfung (irreversibel)	0,05	0,02
Entwicklungsschrumpfung bei nachfolgender beschleunigter Alterung (7 Tage bei 49° C und 20% rel. F.) (irreversibel)	0,12	0,05

Kodak Aerographic Super-XX-Film in Rollen in Blechbüchsen bei 21° C und 50% rel. Feuchte schrumpft innerhalb eines Jahres um weniger als 0,05%.

L i t e r a t u r

- [1] A n g e r e r, Wissenschaftliche Photographie.
- [2] H a y, Handbuch der Photographie, Bde. VI. und VII.
- [3] F r i e s e r, Fortschritte der Photographie II, in Ergebnisse d. angew. Phys. Chem. VI, S. 339.
- [4] M e e s, The Theory of the Photographic Process
- [5] Manual of Photogrammetry (1944) S. 220.
- [6] B e r n d t, Z. f. Ik. 1933, S. 510, 1934, S. 228, 452.
- [7] L a c m a n n, n. Block, DVL. Jahrbuch (1933) VII 15.
- [8] L a c m a n n, Bildmessung n. Luftbildwesen 3 (1928) S. 101.
- [9] C a r v e r, Photogrammetric Engineering 1938 S. 223.
- [10] C l a r k, Photogrammetric Engineering 1944 S. 132.
- [11] C a l h o u n, Photogrammetric Engineering 1947 S. 163.
- [12] K o d a k, Materials for Aerial Photography.