



DEUTSCHES PATENTAMT

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Aufrechterhaltung kann Einspruch eingelegt werden

(21) Aktenzeichen:	(22) Anmeldetag:	(44) Veröff.-tag der DD-Patentschrift:	(45) Veröff.-tag der Aufrechterhaltung:
DD G 03 B / 294 938 0	02. 10. 86	06. 01. 88	07. 03. 96

(30) Unionspriorität:

(72) Erfinder: Braunschweig, Thomas, Dipl.-Phys., 07743 Jena, DE; Voß, Günther, Dipl.-Ing., 07743 Jena, DE;
Zeth, Ulrich, 07749 Jena, DE

(73) Patentinhaber: Carl Zeiss Jena GmbH, Tatzendpromenade 1a, 07745 Jena, DE

(54) Verfahren zur Einstellung der Aufnahmeparameter des Verschlusses von Luftbildaufnahmekameras

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DD 225 515 A DD 151 824 DD 139 472 BUCHHOLTZ/RÜGER: Photogrammetrie, 3. Aufl.:
VEB Verl. f. Bauwesen Berlin, 1973, S. 106 ff.

Patentanspruch:

1. Verfahren zur Einstellung der Aufnahmeparameter des Verschlusses von Luftbildaufnahmekameras, die mit einer automatischen Belichtungszeit- und Blendensteuerung ausgerüstet sind, wobei aus der Helligkeit des Geländes und der Filmempfindlichkeit eine Belichtungszeit/Blenden-Kombination ermittelt sowie Blende und/oder Belichtungszeit eingestellt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der dem Blendenwert entsprechende Lichtwirkungsgrad ermittelt und eine Korrektur der Blende oder der Belichtungszeit durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß
 - der ermittelte Blendenwert eingestellt wird,
 - aus der durchgeführten Einstellung der Blendendurchmesser ermittelt wird,
 - der Wirkungsgrad und aus diesem die zugehörige Belichtungszeit ermittelt wird,
 - die zugehörige Verschlußdrehzahl ermittelt und eingestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß
 - durch Regelung der Verschlußdrehzahl die ermittelte Belichtungszeit eingestellt wird,
 - der zugehörige Blendenwert ermittelt und aus diesem Blendenfläche und Blendendurchmesser berechnet werden,
 - der Wirkungsgrad berechnet und aus diesem die zugehörige Blendenfläche ermittelt wird,
 - der Blendendurchmesser ermittelt und eingestellt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Verfahren wiederholt wird, bis die erzielte Belichtung innerhalb einer vorgegebenen Toleranz mit der vorgegebenen Belichtung übereinstimmt.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung wird bei der Aufnahme von Luftbildern für Vermessungs- und Interpretationszwecke angewandt.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bei den bekannten technischen Lösungen wird der mit der Blendenöffnung veränderliche Lichtwirkungsgrad durch die vorhandenen Belichtungsautomatiken nur als mittlerer Lichtwirkungsgrad berücksichtigt. In Abhängigkeit von der Blendenöffnung kann bei modernen Drehscheibenverschlüssen der Lichtwirkungsgrad in Bereichen von 0,65 ... 0,90 variieren. Hierbei wurde bei konventionellen Aufnahmekammern der Lichtwirkungsgrad vor allem unter dem Gesichtspunkt betrachtet und gewertet, daß bei schlechtem Wirkungsgrad sich infolge der Vorwärtsbewegung des Flugzeuges die Bildverwischung gegenüber der aus dem Nominalwert der Belichtungszeit berechneten erhöht.

Es bestand die Forderung nach einem möglichst hohen Wirkungsgrad. Diese Fehlerwirkung tritt jedoch bei Aufnahmekammern mit Bildwanderungskompensation nicht mehr auf, da durch die gezielte Bewegung des Films während der Aufnahme praktisch eine Belichtung „im Stand“ erreicht wird. Hierdurch kann auch ein ungünstiger Wirkungsgrad diesbezüglich akzeptiert werden.

Nicht akzeptiert werden kann der sich aus der Blendenabhängigkeit ergebende Wirkungsgradbereich bezüglich seiner Wirkung auf die Belichtung. Selbst bei Berücksichtigung eines mittleren Wirkungsgrades (s. o.) verbleibt bei dem angegebenen möglichen Bereich ein Restfehler bis zu etwa 15 %. Dieser systematische Fehler ist aus zwei wesentlichen Gründen zu hoch:

- die Anforderungen der modernen Bildmeßtechnik an die optimale Ausnutzung des Informationsgehaltes des Luftbildes sind in den letzten Jahren mit der Verbesserung der Aufnahmeobjektive und der Luftbildemulsionen erheblich gestiegen. Diese Anforderungen können nur bei exakter Belichtung erfüllt werden, was in der Luftbildaufnahmetechnik gegenüber der bildmäßigen Photographie wegen der hier auftretenden relativ steilen Entwicklungsgradation wesentlich schwieriger ist.
- mit Hilfe der differentiellen Belichtungsmessung kommt man heute durch die Möglichkeit, auf die Schatten, d. h. die dunkelsten Details, zu belichten, einer optimalen Belichtung wesentlich näher als mit der bisher und heute auch noch anderweitig praktizierten integralen Belichtungsmessung. Hierdurch hat der Fehleranteil von „nur“ 15 % infolge Vernachlässigung des Lichtwirkungsgrades wesentlich an Gewicht gewonnen.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist die Beseitigung der oben angeführten Nachteile.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist die Verbesserung der Belichtung von Luftbildern im Hinblick auf die Erzielung einer optimalen Schwärzung im gesamten Objekthelligkeitsbereich. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit einem Verfahren zur Einstellung der Aufnahmeparameter des Verschlusses von Luftbildaufnahmekameras, die mit einer automatischen Belichtungszeit- und Blendensteuerung ausgerüstet sind, wobei aus der Helligkeit des Geländes und der Filmempfindlichkeit eine Belichtungszeit/Blenden-Kombination ermittelt sowie Blende und/oder Belichtungszeit eingestellt wird, dadurch gelöst, daß der dem Blendenwert entsprechende Lichtwirkungsgrad ermittelt und eine Korrektur der Blende oder der Belichtungszeit durchgeführt wird.

Eine vorteilhafte Variante des Verfahrens besteht darin, daß

- der ermittelte Blendenwert eingestellt wird
- aus der durchgeführten Einstellung der Blendendurchmesser ermittelt wird
- der Wirkungsgrad und aus diesem die zugehörige Belichtungszeit ermittelt wird
- die zugehörige Verschlussdrehzahl ermittelt und eingestellt wird.

Eine weitere vorteilhafte Ausführung besteht darin, daß

- durch Regelung der Verschlussdrehzahl die ermittelte Belichtungszeit eingestellt wird
- der zugehörige Blendenwert ermittelt und aus diesem Blendenfläche und Blendendurchmesser berechnet werden
- der Wirkungsgrad berechnet und aus diesem die zugehörige Blendenfläche ermittelt wird
- der Blendendurchmesser ermittelt und eingestellt wird

und daß das Verfahren wiederholt wird, bis die erzielte Belichtung innerhalb einer vorgegebenen Toleranz mit der vorgegebenen Belichtung übereinstimmt. Erfindungswesentlich ist, daß die Wahl von Belichtungszeit oder Blende nicht nach einer Normbelichtungsreihe, sondern unter Berücksichtigung einer dem Lichtwirkungsgrad entsprechenden Korrektur getroffen wird.

Ausführungsbeispiel

Die für eine korrekte Belichtung notwendige effektive Belichtungszeit t_{eff} ist stets geringer als die Gesamtbelichtungszeit t_{ges} . Der Lichtwirkungsgrad ist der Quotient aus beiden.

Der Lichtwirkungsgrad ist eine Funktion der Blendenfläche F_B bzw. linear abhängig vom Blendendurchmesser d .

Geht man von einer vorgegebenen Blende aus, für die sich aus dem Blendendurchmesser d der zugehörige Wirkungsgrad η ermitteln läßt, so ergibt sich die korrekte Belichtungszeit zu

$$t_{\text{red}} = t_{\text{norm}} \cdot \eta_0 \cdot \eta^{-1}$$

Hierbei ist t_{norm} die zu der vorgegebenen Blende gehörige Belichtungszeit aus der Normreihe und η_0 der Wirkungsgrad für diejenige Blende, für die die Belichtungsformel kalibriert wurde.

Berücksichtigung des Lichtwirkungsgrades durch Reduzierung der Blende: Die Korrektur des Wirkungsgrades soll durch Änderung der wirksamen Blendenfläche bei vorgegebener Belichtungszeit erfolgen. Die Belichtungszeit ergibt sich aus der notwendigen Synchronisierung zur Bildfolgezeit.

Analog ergibt sich

$$F_{B_{\text{red}}} = F_{B_{\text{norm}}} \cdot \eta_0 \cdot \eta^{-1}$$

Da sich mit der Korrektur der Blende von $F_{B_{\text{norm}}}$ auf $F_{B_{\text{red}}}$ der Wirkungsgrad wiederum verändert, kann für genauere Bestimmung dieser Vorgang beliebig iterativ wiederholt werden. Die Vorgabe der Belichtungszeit kann auch aus anderen Gründen als dem angeführten notwendig sein.

Folgende Verfahren sind möglich:

- a) - Ausgabe der Blende
 - Einstellung der Blende
 - Blende eingestellt?
 - Berechnung des Blendendurchmessers $d = f(k; f)$
 - Berechnung des Wirkungsgrades $\eta = h(d)$
 - Berechnung der zugehörigen Belichtungszeit gemäß obiger Formel (und Berechnung der Drehzahl der Verschlussblenden)
 - Einstellung der Drehzahl
- b) - Einstellen der Belichtungszeit t (Ausgabe der Motorführungsfrequenz)
 - Drehzahl eingestellt?
 - Ermittlung des zugehörigen Blendenwertes $k = g(t, E, x, c_R)$
 - Berechnung der Blendenfläche

$$F_{B_{\text{norm}}} = f(k, f)$$
 - Berechnung des Blendendurchmessers

$$d = i(k, f)$$
 - Berechnung des Wirkungsgrades

$$\eta = h(d)$$
 - Ermittlung der zugehörigen Blendenfläche gemäß obiger Formel
 - Berechnung des Blendendurchmessers

$$d_{\text{red}} = f(F_{B_{\text{red}}})$$
 - Berechnung der resultierenden Belichtung H'
 - Vergleich $H - H' < \pm \varepsilon$
 - Einstellung des Blendenwertes

Im Falle der Iteration tritt an die Stelle von η_0 jeweils das η des vorhergegangenen Iterationsschrittes.