



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 654 916 A5

(51) Int. Cl.⁴: G 01 C 11/02
G 03 B 7/28

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT A5

(21) Gesuchsnummer: 3028/81

(22) Anmeldungsdatum: 11.05.1981

(24) Patent erteilt: 14.03.1986

(45) Patentschrift
veröffentlicht: 14.03.1986

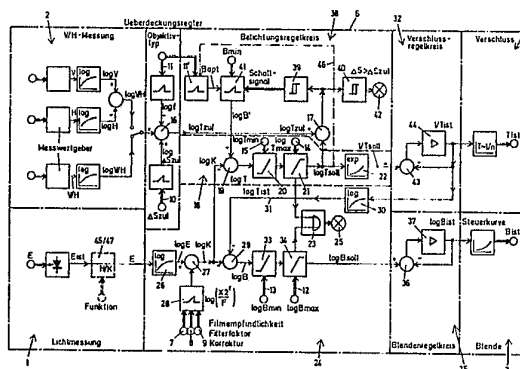
(73) Inhaber:
Wild Heerbrugg AG, Heerbrugg

(72) Erfinder:
Kucher, Gerhard, Lustenau (AT)

(74) Vertreter:
Dr. A. R. Egli & Co., Patentanwälte, Zürich

(54) Belichtungsregleinrichtung an einer Luftbildkamera.

(57) Die Belichtungsregleinrichtung an einer Luftbildkamera enthält einen Belichtungsmesser (1), eine Anordnung (2) zur Bestimmung der maximal zulässigen Belichtungszeit und der Bildfolgezeit, sowie eine Blende- und Verschlussvorrichtung (3, 4). An den Ausgang des Belichtungsmessers (1) und der genannten Anordnung (2) ist eine Belichtungsregelkreisvorrichtung (6) angeschlossen, die eine Fehlermeldevorrichtung (42) enthält und die über Verschluss- und Blendenregelkreise (32 u. 35) an die Verschlussvorrichtung angeschlossen sind. Diese Einrichtung ermöglicht eine von einer vorgebbaren, zulässigen Bildwanderung s_{zul} und dem Wert $\frac{V}{h}$ abhängige zulässige Verschlusszeit T_{zul} als Grenzwert für die vollautomatische, von der Helligkeit des überflogenen Terrains abhängige Belichtungssteuerung unter Verwendung eines im wesentlichen optimale Abbildungsqualität liefernden Blendenwertes B_{opt} zu erreichen.



PATENTANSPRÜCHE

1. Belichtungsregleinrichtung an einer Luftbildkamera mit einer Anordnung, an deren Eingängen Signale der gemessenen Werte für die Fluggeschwindigkeit v und die Flughöhe h , oder dem Quotienten

$$\frac{v}{h},$$

sowie der zulässigen Bildwanderung Δs_{zul} zur Ermittlung einer maximal zulässigen Belichtungszeit T_{zul} nach der Formel

$$T_{zul} = \frac{\Delta s_{zul}}{\frac{v}{h} \cdot f}$$

sowie der Bildfolgezeit liegen, mit einem Belichtungsmesser zur kontinuierlichen integralen Messung der Helligkeit des überflogenen Terrains mit Blenden- und Verschlusssteuervorrichtungen, dadurch gekennzeichnet, dass an den Ausgang dieser Anordnung und an den des Belichtungsmessers (1) eine Belichtungsregelkreisvorrichtung (6) geschaltet ist, dass diese an einer Fehlermeldevorrichtung (42) liegt und mit der Blenden- und Verschlusssteuervorrichtung (3 bzw. 4) derart verbunden ist, dass unter Berücksichtigung von den Signalen für T_{zul} und der mittleren Helligkeit sowie von den Zustandssignalen der Blenden- und Verschlussregelkreise (35 bzw. 32) und den Prozesssignalen bei einem Blendenwert B die Verschlusszeit T entsprechend den Aufnahmeverhältnissen im Intervall $[T_{min}, T_{zul}]$ – dem Normalarbeitsbereich – nachregelbar ist, wobei bei Erreichen der durch T_{min} gegebenen Grenze des Normalarbeitsbereiches die Blende im Intervall $[B, B_{max}]$ (B_{max} = minimaler Blendendurchmesser) entsprechend den Helligkeitsverhältnissen nachführbar und bei Erreichen der durch T_{zul} gegebenen Grenze eine Blendenverstellung im Intervall $[B, B_{min}]$ (B_{min} = grösster Blendendurchmesser) ausführbar ist, wobei die Blendenverstellung vom Blendenwert B nacheinander auf diskrete Werte $B' < B$ vornehmbar ist und für jeden dieser diskreten Werte die Regelung der Verschlusszeit in Abhängigkeit von der Helligkeit des Terrains im Intervall $[T_{min}, T_{zul}]$ erfolgt, sowie bei Erreichen des minimalen Blendenwertes B_{min} die Verschlusszeit im Intervall $[T_{zul}, T_{max}]$ regelbar ist.

2. Belichtungsregleinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Blendenwert B der optimale Blendenwert B_{opt} ist.

3. Belichtungsregleinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass von der Verschlusssteuervorrichtung (4) zur Belichtungsregelkreisvorrichtung (6) für die Ist-Verschlusszeit T_{ist} eine Rückmeldeleitung vorgesehen ist, wobei die Belichtungsregelkreisvorrichtung (6) das zu T_{ist} gehörende Δs_{ist} mit Δs_{zul} vergleicht und für $\Delta s_{ist} > \Delta s_{zul}$ ein Signal abgibt, das einer Fehlermeldevorrichtung (42) zugeführt ist.

4. Belichtungsregleinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Belichtungsregelkreisvorrichtung (6) ein Halteglied (45) zur Speicherung von Signalen während einem Zeitintervall aufweist, die bei die Expositionsdaten verfälschenden mittleren Helligkeitswerten die Signale der vorangegangenen Blenden-Zeitkombination an die Blenden- bzw. Verschlusssteuervorrichtung (3 bzw. 4) abgibt.

5. Belichtungsregleinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Belichtungsregelkreisvorrichtung (6) einen Korrekturkreis (47) aufweist, in welchem die momentan gemessenen Expositionsdaten durch manuell eingegebene Werte korrigierbar sind und dieser Korrekturkreis (47) zur Abgabe der den korrigierten Blenden- und Verschlusszeitwerten entsprechenden Signale an die Blenden- bzw. Verschlusssteuervorrichtung (3 bzw. 4) angeschlossen ist.

6. Belichtungsregleinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Belichtungsregelkreisvorrichtung (6) ein Halteglied (45) zur Speicherung von Signalen und einen Korrekturkreis (47) aufweist, wobei die Signale der Momentanwerte für Blende und Verschlusszeit nach einer Kontrolle und Gewichtung mit den gespeicherten Signalen kombiniert werden und diese Kombinationssignale an die Blenden- bzw. Verschlusssteuervorrichtung (3 bzw. 4) angeschlossen sind.

7. Belichtungsregleinrichtung nach einem der Ansprüche 1–6, dadurch gekennzeichnet, dass ein Selbstüberwachungskreis für die Belichtungsregelkreisvorrichtung (6) vorgesehen ist, der bei einer Störung ein Signal an die Fehlermeldevorrichtung (42) abgibt.

Die Erfindung bezieht sich auf eine Belichtungsregleinrichtung an einer Luftbildkamera mit einer Anordnung, an deren Eingängen Signale der gemessenen Werte für die Fluggeschwindigkeit v und die Flughöhe h , oder dem Quotienten

$$\frac{v}{h},$$

sowie der zulässigen Bildwanderung Δs_{zul} zur Ermittlung einer maximal zulässigen Belichtungszeit T_{zul} nach der Formel

$$T_{zul} = \frac{\Delta s_{zul}}{\frac{v}{h} \cdot f}$$

sowie der Bildfolgezeit liegen, mit einem Belichtungsmesser zur kontinuierlichen integralen Messung der Helligkeit des überflogenen Terrains und mit Blenden- und Verschlusssteuervorrichtungen.

Bei einer bekannt gewordenen Einrichtung wird von einem Belichtungsmesser, der auf das zu fotografierende Terrain gerichtet ist, ein Signal abgegeben, das die kürzest mögliche Verschlusszeit und die Blende auf den zugehörigen Wert einstellt. Bei schwächer werdender Helligkeit wird die Blende jeweils entsprechend den Lichtverhältnissen bis zu ihrem maximalen Durchmesser geöffnet. Wird die Beleuchtung noch schwächer, so wird auch die Verschlusszeit zu längeren Werten hin verstellt (Manual of color aerial photography, Seite 144, 1968).

Bei einer anderen bekannt gewordenen Einrichtung zur automatischen Belichtungssteuerung wird mit einem Belichtungsmesser das zu fotografierende Terrain abgetastet und die zugehörigen Signale einem Operationsverstärker eingespeist, der ein Ausgangssignal erzeugt, das zur Steuerung der Belichtung für die Aufnahme verwendet wird.

Dabei wird bei einer Belichtungssteuereinrichtung diese mit dem

$$\frac{v}{h}\text{-Sensor}$$

verbunden, dessen Signale direkt die Belichtungssteuerung entsprechend beeinflussen und zusätzlich die Bildfolge steuern (Manual of Photogrammetry, Seite 172, 1966, 3. Auflage).

Bei wieder einer anderen Belichtungssteuereinrichtung wird ebenfalls der Wert

$$\frac{v}{h}$$

zusammen mit anderen fotografischen Werten, wie Filter-

faktor, zulässige Bildwanderung etc. benützt, um eine maximal zulässige, vom

$\frac{v}{h}$ -Wert

abhängige Belichtungszeit zu ermitteln und diese einzustellen. In einem zweiten Rechner wird zu dieser Zeiteinstellung in Abhängigkeit von den mit einem Belichtungsmesser gemessenen Helligkeitsverhältnissen die zugehörige Blende errechnet und ebenfalls eingestellt. Ausserdem kann eine weitere Regeleinrichtung in den Grenzlagen der (maximalen und minimalen) Blendeneinstellung auf die Anordnung zur Steuerung der Belichtungszeit zurückwirken (DE-PS 2 403 862).

Bei diesen Geräten ist nachteilig, dass die Belichtungssteuereinrichtung im wesentlichen auf einer fest eingestellten oder von

$\frac{v}{h}$

abhängigen und eingestellten Zeit basiert, der die Blende entsprechend den Beleuchtungsverhältnissen nachgeführt wird.

Somit steht für die Aufnahme im allgemeinen nicht die Objektivblende mit der optimalen Abbildungsleistung zur Verfügung.

Es ist jedoch zweckmässig, die optimale Abbildungsqualität der verwendeten Objektive zu nutzen. Diese liegt im Bereich der optimalen Blende.

Es ist ein Ziel der Erfindung, eine Belichtungsregeleinrichtung für eine Luftbildkamera zu schaffen, die diese Nachteile vermeidet und die die Blende und Verschlusszeit unter Berücksichtigung von der im wesentlichen laufend gemessenen Helligkeit des überflogenen und zu fotografierenden Terrains, von der im wesentlichen optimale Abbildungsleistung ergebenden Objektivblende, von den dynamischen Steuereigenschaften der Blenden- und Verschlusssteuervorrichtungen und von der zulässigen oder tolerierbaren Bewegungsunschärfe nach Kriterien optimierend einregelt, um im wesentlichen immer im optimalen Aufnahmebereich auch bei wechselnden Aufnahmebedingungen, gelände- wie beleuchtungsmässig, arbeiten zu können. Dennoch soll die Belichtungsregeleinrichtung einfach aufgebaut sein und dem Operateur manuellen Eingriff zur Korrektur oder eine automatische Korrektur bei den Bildinhalt verfälschenden Helligkeitsverhältnissen erlauben.

Ausserdem ist es wünschenswert, wenn die Belichtungsregeleinrichtung eine Selbstüberwachungseinrichtung aufweist, um Fehlerfunktionen schon während des Bildfluges erkennen und eventuell korrigieren zu können.

Dieses Ziel lässt sich erreichen, wenn erfindungsgemäss die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 definierte Massnahme angewendet wird.

Vorzugsweise wird für den Blendenwert B der Wert B_{opt} gewählt.

Ausserdem kann von der Verschlusssteuervorrichtung zur Belichtungsregelkreisvorrichtung für die Ist-Verschlusszeit T_{ist} eine Rückmeldeleitung vorgesehen sein, wobei die Belichtungsregelkreisvorrichtung das zu T_{ist} gehörende Δ_{Sist} mit Δ_{Szul} vergleicht und für Δ_{Sist} grösser Δ_{Szul} ein Signal abgibt, das einer Fehlermeldevorrichtung zugeführt ist.

Darüber hinaus kann die Belichtungsregelkreisvorrichtung ein Halteglied zur Speicherung von Signalen während einem Zeitintervall aufweisen, die bei die Expositionsdaten verfälschenden mittleren Helligkeitswerten die Signale der vorangegangenen Blenden- und Zeitkombination an die Blenden- bzw. Verschlusssteuervorrichtung abgibt.

Zweckmässig kann auch die Belichtungsregelkreisvorrichtung einen Korrekturkreis aufweisen, in welchem die

momentan gemessenen Expositionsdaten durch manuell eingegebene Werte korrigierbar sind und dieser Korrekturkreis zur Abgabe der den korrigierenden Blenden- und Verschlusszeitwerten entsprechenden Signale an die Blenden- bzw. Verschlusssteuervorrichtung angeschlossen ist.

Weiterhin kann die Belichtungsregelkreisvorrichtung ein Halteglied zur Speicherung von Signalen und einen Korrekturkreis aufweisen, wobei die Signale der Momentanwerte für Blende und Verschlusszeit nach einer Kontrolle und Gewichtung mit den gespeicherten Signalen kombiniert werden und diese Kombinationssignale an die Blenden- bzw. Verschlusssteuervorrichtung angeschlossen sind.

Vorteilhaft ist auch ein Selbstüberwachungskreis für die Belichtungsregelkreisvorrichtung, der bei einer Störung ein Signal an die Fehlermeldevorrichtung abgibt.

Weitere Einzelheiten ergeben sich aus der Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung. In dieser

Fig. 1 ein Schaltbild der Belichtungsregeleinrichtung (inkl. 2 Varianten),

Fig. 2 die Arbeitskennlinie der Belichtungsregeleinrichtung nach Fig. 1,

Fig. 3 eine Darstellung der kurzzeitigen, örtlich begrenzten Blendensteuer- und Verschlusssteuer-Kennlinien zufolge des dynamischen Verhaltens der Blenden- und Verschlusssteuervorrichtungen bei einer Beleuchtungsänderung,

Fig. 4 die Arbeitskennlinie der Ausführung mit der Rückkoppelleistung der Belichtungsregeleinrichtung nach Fig. 1. (2 Strich- 2 Punktlinie.)

Die Belichtungsregeleinrichtung weist einerseits einen Belichtungsmesser -1- sowie eine Anordnung -2- zur Abgabe eines

$\frac{v}{h}$ -Signals, welche das

$\frac{v}{h}$ -Signal

aus den Einzelmesswerten von v (Fluggeschwindigkeit) und h (Flughöhe) oder mittels eines

$\frac{v}{h}$ -Sensors

ermittelt, und andererseits je eine Blenden- und Verschlusssteuervorrichtung -3 bzw. 4- auf, wobei die beiden Sensorkreise und die beiden Steuerkreise ausgangsseitig bzw. eingangsseitig an eine Belichtungsregelkreisvorrichtung -6- angeschlossen sind. Diese Belichtungsregelkreisvorrichtung -6- weist zusätzliche Eingänge zur Eingabe der Werte für die Filmempfindlichkeit (x) -7-, einen Filterfaktor (F) -8-, einen Korrekturfaktor (r) -9-, die zulässige Bildwanderung Δ_{Szul} -10- und die automatisch beim Aufsetzen der Objektive eingegebene Objektivbrennweite -11- und einen Überdeckungsregler auf. Darüber hinaus sind auch noch Eingänge für die Werte der maximalen und minimalen Blendenöffnung -12 bzw. 13-, welche auch vom eingesetzten Objektiv abgreifbar sind, sowie für die Einstellung der maximalen und minimalen Verschlusszeit -14 bzw. 15- in Abhängigkeit von der eingebauten Verschlussvorrichtung -4- vorgesehen.

Die Belichtungsregelkreisvorrichtung -6- arbeitet, wie beispielsweise in Fig. 1 dargestellt, arithmetisch, wobei die Signale der effektiven Werte in entsprechende logarithmische Signale umgewandelt und die bekannten Zusammenhänge zwischen den Eingangsgrössen und der Belichtungszeit T sowie der Blende B verwendet werden, um diese zu bestimmen und zu regeln.

Beispielsweise weist eine Variante des Belichtungsregelkreises -6- einen an den Eingängen Δs_{zul} , für f und für

$$\frac{v}{h}$$

-10 bzw. 11 – ersten Summierverstärker -16- auf, der das Signal für

$$\log T_{zul} = \log \frac{\Delta s_{zul}}{(v/h) \cdot f}$$

in Abhängigkeit von den

$$\frac{v}{h} \text{-Signalen}$$

erzeugt, das mit

$$\frac{v}{h}$$

veränderlich ist und einen Vergleichswert für die in Abhängigkeit von den vom Belichtungsmesser -1- gemessenen Helligkeitswerten einzuregelnde Belichtungszeit darstellt. Dieses Signal $\log T_{zul}$ wird einem zweiten Summierverstärker -17- zusammen mit einem Signal $\log T_{soll}$ zugeführt.

Dieses Signal $\log T_{soll}$ ist das Zwischen-Ausgangssignal eines Begrenzerkreises -18-, der einen dritten Summierverstärker -19- mit ihm nachgeschaltetem ersten unteren Spannungsbegrenzungsglied -20- und dem folgend ein erstes oberes Spannungsbegrenzungsglied -21- sowie einen an diesem liegenden Exponentiervverstärker -22- aufweist, wobei der letztere ein Signal

$$\frac{1}{T_{soll}}$$

an seinem Ausgang abgibt. Das erste untere Spannungsbegrenzungsglied -20- weist einen Eingang -15- für die minimale Verschlusszeit T_{min} und das erste obere Spannungsbegrenzungsglied -21- weist einen Eingang -14- für die maximale Verschlusszeit T_{max} sowie einen Ausgang auf, an dem ein ODER-Glied -23- eines ersten Subkreises -24- des Belichtungsregelkreises -6- liegt, auf. An diesem ODER-Glied liegt eine Bereichsgrenzenanzeige -25-, welche jeweils bei Erreichen der unteren und oberen Regelbereichsgrenzwerte, also T_{min} und B_{max} sowie T_{max} und B_{min} in Funktion tritt.

Am Eingang dieses Subkreises liegt der Belichtungsmesser -1- und gibt ein Signal E_{ist} an einen ersten Logarithmiervverstärker -26- ab. Ein mit diesem verbundener vierter Summiervverstärker -27- erhält von einem Eingabeschalter -28- das Signal $\log$

$$\frac{x \cdot 2^r}{F}$$

wobei x die Filmempfindlichkeit, r ein Korrekturfaktor und F ein Filterfaktor ist, und gibt sein Signal, $\log K = \log$

$$\left(E \cdot \frac{x \cdot 2^r}{F} \right)$$

einerseits an den dritten Summiervverstärker -19- des Begrenzerkreises und andererseits an einen fünften Summiervverstärker -29- ab, welcher mit einem zweiten Logarithmiervverstärker -30-, der in der Rückmeldeleitung -31- für T_{ist} des Verschlussregelkreises -32- liegt, verbunden ist und das Rückmeldesignal T_{ist} aufnimmt. Sein Ausgang liegt an einem zweiten unteren Spannungsbegrenzungsglied -33-, welches noch einen zusätzlichen Eingang für den minimalen Blendenwert B_{min} (= grösster Blendendurchmesser) -13- aufweist, und dieses liegt an einem zweiten oberen Spannungsbegrenzungsglied -34-, welches einen Eingang für den maximalen

Blendenwert B_{max} (= minimaler Blendendurchmesser) und einen am ODER-Glied -23- liegenden Ausgang sowie einen an einem Blendenregelkreis -35- liegenden Ausgang für $\log B_{soll}$ aufweist.

5 Der Blendenregelkreis -35- weist einen das Signal B_{soll} aufnehmenden sechsten Summiervverstärker -36- auf, der auch noch das Rückmeldesignal $\log B_{ist}$ empfängt und seinerseits ein Signal an einen ersten Leistungsverstärker -37- abgibt, an dem die Blendensteuervorrichtung -3- liegt.

10 Das Zwischen-Ausgangssignal $\log T_{soll}$ liegt an einem Eingang des zweiten Summiervverstärkers -17-, an dessen anderem Eingang das Signal $\log T_{zul}$ des ersten Summiervverstärkers -16- liegt. Der Ausgang liegt an einem zweiten Subkreis -38- des Belichtungsregelkreises -6- zwischen einem ersten Hystereseglied -39- und einem zweiten Hystereseglied -40-, welche eine Umschaltung auf je einen benachbarten Blendenwert im Intervall $[B_{opt}, B_{min}]$ bewirken. Das erste Hystereseglied -39- gibt ein Schaltsignal an einen Eingabeschalter -41- ab, der von einem weiteren Eingabeschalter -11'- ein dem optimalen Blendenwert B_{opt} des eingesetzten Objektives entsprechendes Signal, das ebenso wie die Eingabe der Objektivbrennweite automatisch vom Objektiv abgenommen wird, erhält und ein Signal $\log B'$ an den dritten Summiervverstärker -19-, des Begrenzerkreises -18- 25 abgibt. Das zweite Hystereseglied -40- ist mit einer Fehlermeldevorrichtung -42- verbunden, die anzeigt, wann $\Delta s > \Delta s_{zul}$ ist.

Das Ausgangssignal

$$\frac{1}{T_{soll}}$$

des Exponentiervverstärkers -22- liegt an einem siebenten Summiervverstärker -43- des Verschlussregelkreises -32-, wobei dieser Summiervverstärker an einem weiteren Eingang 35 ein Rückmeldesignal $1/T_{ist}$ empfängt und mit seinem Ausgang an einem zweiten Leistungsverstärker -44- liegt, der ein Ausgangssignal an die Verschlusssteuervorrichtung -4- abgibt.

Im Normalfall, wenn die Helligkeit genügend gross ist, 40 wird für richtige bzw. entsprechend gewünschte Filmbelichtung eine Zeit-Blendenpaarung erhalten, für die bei Wahl der konstantgehaltenen optimalen Blende B_{opt} , d.h. der Blende, bei welcher das Objektiv die optimale Abbildungsleistung aufweist, eine Belichtungszeit T kleiner T_{zul} möglich ist. In diesem abgeschlossenen Intervall $[T_{min}, T_{zul}]$ – dem Normalarbeitsbereich – ist immer $\Delta s_{effektiv} < \Delta s_{zul}$ und darin wird die optimale Blende konst. gehalten sowie die Belichtungszeit gemäss der jeweilig wechselnden Helligkeit bestimmt und nachgeführt. Erreicht die nachgeführte Zeit den Wert T_{min} , 50 d.h. die minimal am Verschluss einstellbare Zeit, dann wird, um eine richtige bzw. gewünschte Filmbelichtung zu erhalten, diese Verschlusszeit T_{min} konst. gehalten und die Blende in Abhängigkeit von der Helligkeit nachgeregelt. Wenn die Beleuchtungsverhältnisse nicht ausreichen und die Verschlusszeit den mit

$$\frac{v}{h}$$

variablen Wert T_{zul} annimmt, wird einerseits ein Signal an eine Fehlermeldevorrichtung -42- abgegeben. Diese Fehlermeldevorrichtung kann eine Signallampe sein. Andererseits wird, um ebenfalls noch richtig bzw. gewünscht belichteten Film zu erhalten, die Blende um einen diskreten Betrag, der nicht eine ganze Blendenstufe sein muss, auf einen kleineren 65 Blendenwert B_1 (also mit grösserem Blendendurchmesser als B_{opt}) verstellt und für diesen Blendenwert $B_1 < B_{opt}$ wieder die Verschlusszeit T im Intervall $[T_{min}, T_{zul}]$ gemäss der mit dem Belichtungsmesser gemessenen Helligkeit verstellt. Vorzugs-

weise wird aber bei ausreichender Helligkeit unter Einhaltung eines festsetzbaren Hysteresebetrages die Blende vom diskreten Wert B_1 wieder auf den Wert B_{opt} zurückgeregelt. Bei weiterhin abnehmender Helligkeit, wenn auch für diesen Blendenwert B_1 T_{zul} erreicht wird, wird wieder ein Signal an eine Fehlermeldevorrichtung -42- abgegeben und die Blende um einen weiteren diskreten Betrag auf den Blendenwert $B_2 < B_1 < B_{opt}$ eingestellt und die Verschlusszeit T wieder im Intervall $[T_{min}, T_{zul}]$ oder einem Teil davon wie bei B_1 bzw. mit einer Hysterese geregelt usw.; bis als Blendenwert B_{min} (grösster Blendendurchmesser) erreicht ist. Dabei ist immer $\Delta S_{effektiv} < \Delta S_{zul}$. Auch kann dabei immer mit einer relativ kleinen Verschlusszeit fotografiert werden, was wegen der Flugzeugvibrationen von Vorteil ist.

Die Zeit T_{zul} dient also einzig der Umstellung auf eine andere, wieder konst. gehaltene Blende bzw. der Warnung des Operateurs.

Diese Kennlinienregelabschnitte bzw. Arbeitsbereiche erhält man bei geeigneter Auslegung der Schaltelemente zufolge einer Reihe Optimierungsbedingungen je nach deren Gewichtung. Beispielsweise wird die in Fig. 2 dargestellte Arbeitskennlinie durch die Reihe der Optimierungsbedingungen: mögliches Gesamtstellintervall für die Blende; dynamische Eigenschaften der Blendensteuereinrichtung, insbesondere die notwendige Einstellzeit für eine gewünschte Änderung des Blendenwertes; dynamische Eigenschaften der Verschlusszeitsteuervorrichtung, insbesondere deren notwendige Einstellzeit für eine gewünschte Änderung der Verschlusszeit; zulässige Bewegungsunschärfe der Fotografie bzw. der entsprechende Grenzwert der Verschlusszeit T_{zul} ; Umgebung des Blendenwertes mit optimaler Abbildungsleistung bzw. optimales Blendenintervall; Lebensdauerfaktor der Verschlussvorrichtung in Abhängigkeit von den jeweils gewählten Verschlusszeiten erhalten. Dabei ist eine Gewichtung in der angegebenen Reihenfolge vorgenommen. Die Bezeichnung optimale Blende bezieht sich auch auf einen Blendenwert aus der Umgebung des theoretischen optimalen Blendenwertes.

Zufolge der beiden Bedingungen, welche die dynamischen Eigenschaften berücksichtigen, treten kurzzeitige Kennlinienmodifikationen auf, da beispielsweise bei einer helligkeitsbedingten Änderung der Belichtungszeit zunächst die Blende zufolge der raschen Verstellmöglichkeit, d.h. kürzeren Reaktionszeit der Blendenstellvorrichtung, den neuen Helligkeitsverhältnissen angepasst und anschliessend die Verschlusszeit, bei gleichzeitiger Rückstellung der Blende auf den vorhergehend eingestellten optimalen Wert, nachgeregelt wird (schematisch in Fig. 3).

Die aus

$$\frac{v}{h}$$

berechnete zulässige Belichtungszeit T_{zul} dient als Grenzwert-

Indikator, der ein Warnsignal oder eine Reihe von Korrektursignalen für die diskrete Verstellung der Blende bis zu ihrem Minimalwert (grösste Öffnung) auslöst, ohne selbst zur Belichtungssteuerung für den Normalarbeitsbereich $[T_{zul}, T_{min}]$ verwendet zu sein.

Bei einer anderen Variante der Belichtungsregleinrichtung nach Fig. 1 (in Fig. 1 strichliert eingetragen) ist im Belichtungsmesser -1- vor der Belichtungsregelkreisvorrichtung -6- ein Halteglied -45- vorgesehen, welches das Signal des Belichtungsmessers während einem geeignet vorgebbaren Zeitraum oder in Abhängigkeit von anderen Signalen speichert und anschliessend an die Belichtungsregelkreisvorrichtung -6- zur Weiterverarbeitung abgibt.

Eine andere Variante einer Belichtungsregleinrichtung (2 Strich- 2 Punktlinie in Fig. 1) weist eine Rückkopplung -46- vom Ausgang des ersten oberen Spannungsbegrenzungs-gliedes -21- zum Eingang -11'- für die Objektivbrennweite und optimale Blende B_{opt} (Objektivtyp) auf.

Durch diese Rückmeldeleitung ist eine Neigung des Kennlinienabschnittes zwischen T_{min} und T_{zul} , also der Kennlinie des Normalarbeitsbereiches der Belichtungsregleinrichtung, gegenüber der Koordinatenachse für die Belichtungszeit T möglich. Eine solche Variante wird dann von Vorteil sein, wenn bei einem Objektiv eine breitere Umgebung der optimalen Blende brauchbare Resultate liefert und der Rotorverschluss möglichst geschont werden, d.h. mit eher niedriger Drehzahl laufen soll. Bei dieser Variante ist eine andere Gewichtung der Optimierungsbedingungen vorgenommen als bei den vorausgehenden Ausführungsbeispielen.

Es ist auch im Rahmen einer anderen Variante der Belichtungsregleinrichtung möglich, anstelle des Haltekreises -45- (strichliert in Fig. 1) einen Korrekturkreis -47- vorzusehen, welcher die gemessenen Expositionsdaten entweder durch manuell eingegebene Werte oder nach einer Kontrolle und Gewichtung nach festsetzbaren, praxisbezogenen Bedingungen korrigiert bzw. mit den gespeicherten Signalen kombiniert und diese korrigierten Signale bzw. Kombinationssignale an die Blenden- bzw. Verschlusssteuervorrichtung (3 bzw. 4) abgibt.

In einer vorteilhaften weiteren Ausführungsvariante kann ein Selbstüberwachungskreis für die Belichtungsregleinrichtung vorgesehen sein, welcher bei einer technischen Störung eines Bereiches ein Signal an die Fehlermeldevorrichtung -42- abgibt. Dabei kann diese so differenziert ausgeführt sein, dass aus der Art der Anzeige (z.B. mittels eines Codes etc.) die Art des Fehlers erkannt wird. Gewisse Fehler können dadurch eventuell noch während des Bildfluges behoben werden, was wesentliche Kosten und Zeit einspart.

Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass diese Funktionen der Belichtungsregleinrichtung und deren Kennlinienverlauf auch mit Hilfe von Mikrocomputern und dergleichen Bauelementen aufgebaut und verwirklicht werden können.

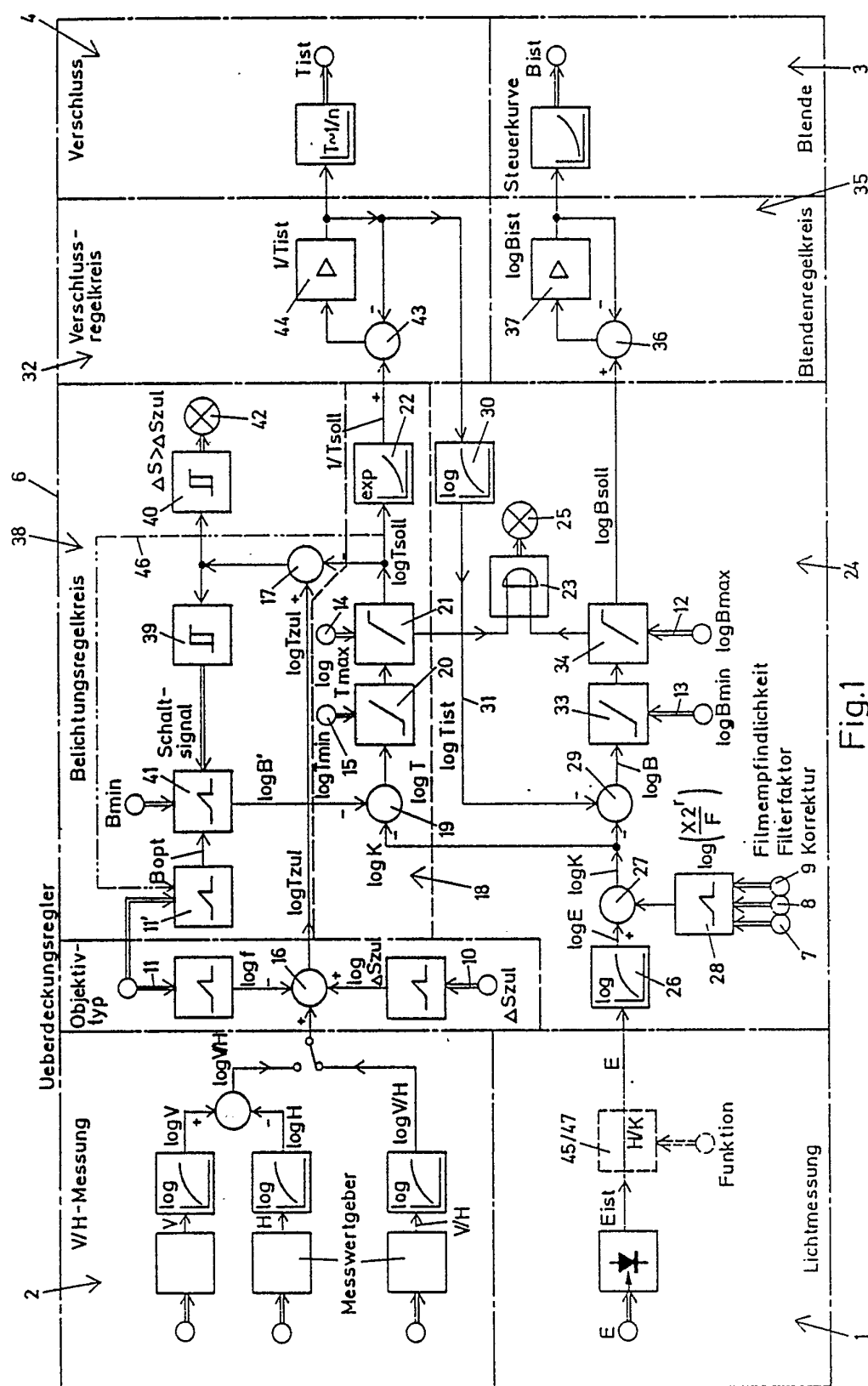


Fig. 1

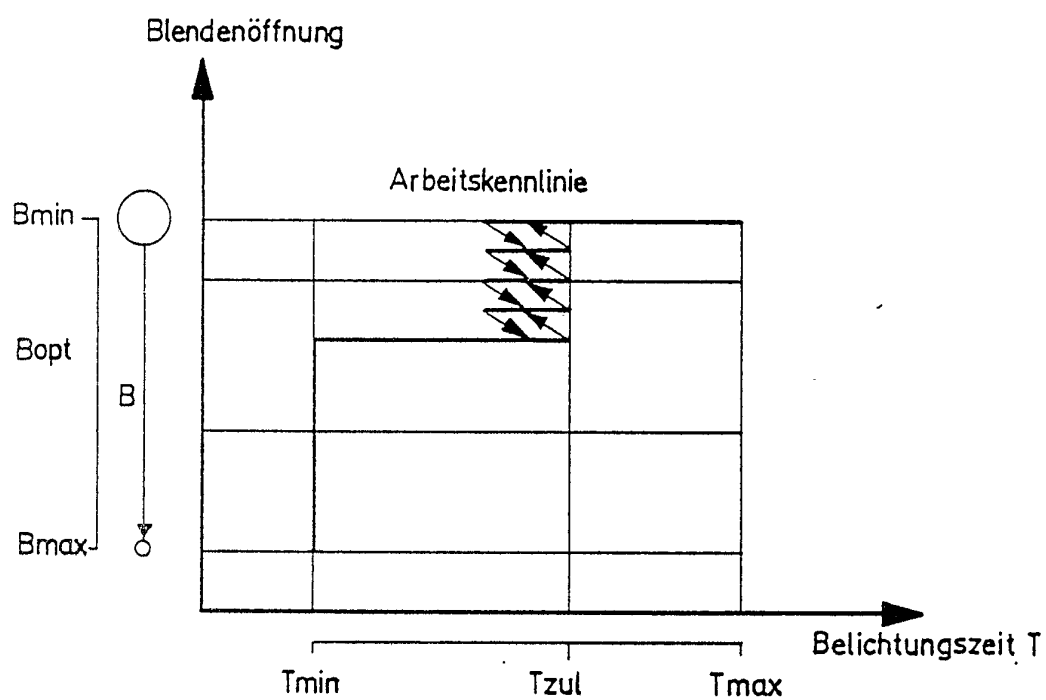


Fig. 2

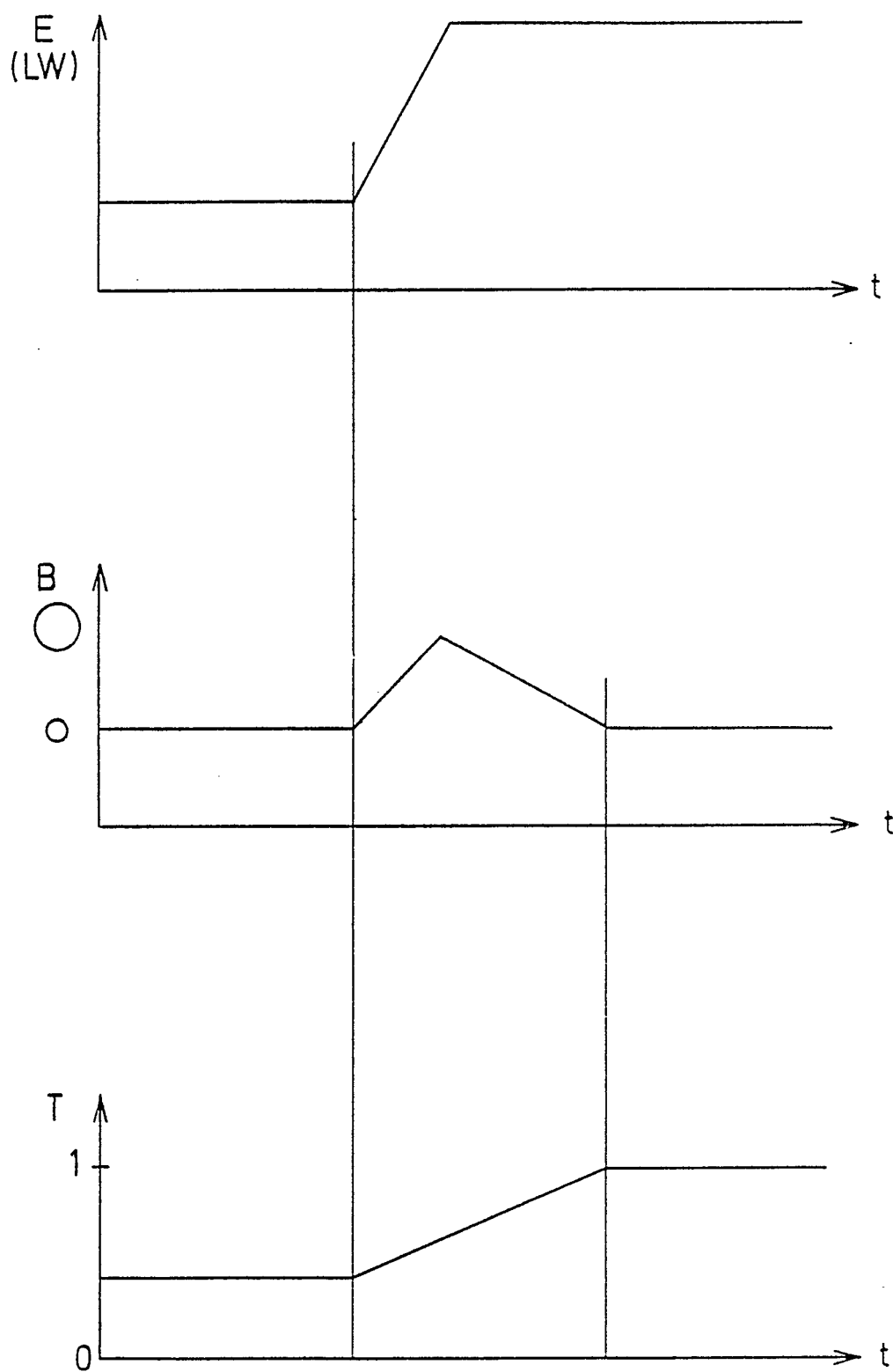


Fig.3

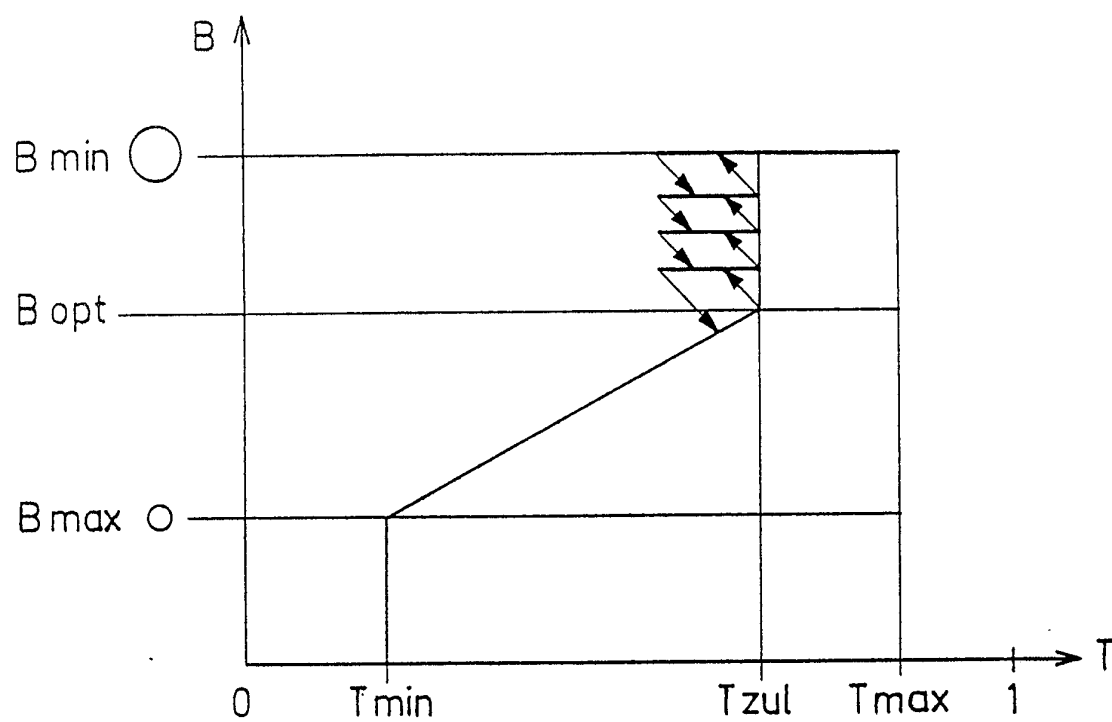


Fig.4