



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 647 606 A5

⑤① Int. Cl.4: G 05 D 25/02
F 21 S 1/14
F 21 S 3/14

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑳ Gesuchsnummer: 6966/80

㉔ Anmeldungsdatum: 17.09.1980

㉔ Patent erteilt: 31.01.1985

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 31.01.1985

㉔ Inhaber:
ATB Aktiengesellschaft für technische
Beleuchtung, Schlieren

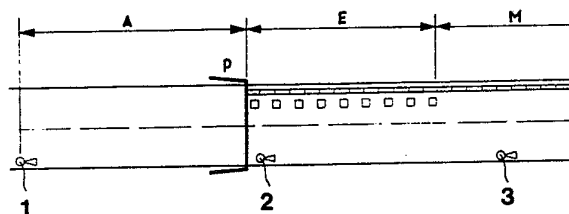
㉔ Erfinder:
Riemenschneider, Werner, Wettingen

㉔ Vertreter:
Dipl.-Ing. H.R. Werffeli, Zollikerberg

⑤④ Verfahren zur Steuerung einer Tunnelbeleuchtungsanlage und Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

⑤⑦ Es soll verhindert werden, dass in der kritischen Einfahr- und Übergangszone (E) eines Tunnels weder zuviel noch zuwenig Licht eingeschaltet wird.

Dazu misst man die Leuchtdichte innerhalb eines gegen das Tunneleinfahrtsportal (P) gerichteten, zu einem Raumwinkel mit einem Kegel von 15 bis 30° gehörenden Blickfeldes, integriert über diesen Raumwinkel in zeitlichen Abständen mehrmals, berechnet anhand der einzelnen Messergebnisse einen Aussenleuchtdichte-Mittelwert und aus diesem einen Leuchtdichtesollmittelwert für die Tunneleinfahrtszone (E). In der letzteren bestimmt man in zeitlichen Abständen mehrmals die Leuchtdichte in dieser Zone (E) und berechnet anhand dieser einzelnen Messergebnisse einen Einfahrzonenleuchtdichte-Ist-Mittelwert für die Tunneleinfahrtszone (E). Bei einer allfälligen Überschreitung einer vorbestimmten Differenz zwischen dem Leuchtdichtesoll- und dem Leuchtdichteistmittelwert für die Tunneleinfahrtszone (E) reguliert man die Tunnelbeleuchtung in letzter in korrigierendem Sinne.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Steuerung einer Tunnelbeleuchtungsanlage, bei welchem man die Leuchtdichte misst und anhand des resultierenden Messergebnisses mindestens die in der zugewandten Tunneleinfahrtszone (E) angeordnete Tunnelbeleuchtung entsprechend steuert, dadurch gekennzeichnet, dass man die Leuchtdichte innerhalb eines gegen das Tunneleinfahrtsportal (P) gerichteten, zu einem Raumwinkel mit einem Kegel von 15 bis 30° gehörenden Blickfeldes, integriert über diesen Raumwinkel, misst.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man zur Messung der Leuchtdichte den innerhalb des gegen das Tunneleinfahrtsportal gerichteten Blickfeldes sichtbaren Gegenverkehr ausblendet.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass man die gegen das Tunneleinfahrtsportal (P) gerichtete Leuchtdichtemessung in zeitlichen Abständen mehrmals wiederholt, anhand der einzelnen Messergebnisse einen Leuchtdichte-Mittelwert berechnet und aus diesem einen Leuchtdichtesoll-Mittelwert für die Tunneleinfahrtszone (E) festlegt, und anhand des letzteren mindestens die in der zugewandten Tunneleinfahrtszone (E) angeordnete Tunnelbeleuchtung steuert.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass man in der Tunneleinfahrtszone (E) in zeitlichen Abständen mehrmals die Leuchtdichte bestimmt, anhand dieser einzelnen Messergebnisse einen Einfahrtszonenleuchtdichte-Mittelwert für die Tunneleinfahrtszone (E) berechnet, und bei einer Überschreitung einer vorbestimmten Differenz zwischen einem entsprechend festgelegten Leuchtdichtesoll-Mittelwert und dem Leuchtdichte-Mittelwert für die Tunneleinfahrtszone (E) die Tunnelbeleuchtung in letzterer in korrigierendem Sinne reguliert.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass man die Leuchtdichte in der Tunnelmittelzone (M) in zeitlichen Abständen mehrmals misst, daraus einen Ist-Mittelwert berechnet, diesen letzteren mit einem auf Grund der Verkehrsdichte und/oder Sichtweite festgelegten Mittelzonenleuchtdichte-Sollmittelwert vergleicht, und bei einer Überschreitung einer vorbestimmten Differenz die Beleuchtungsstärke der Tunnelmittelzone (M) entsprechend reguliert.
6. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Leuchtdichtemesseinrichtung (1, 2, 3) eine das auszumessende Blickfeld auf die Kugellinnenwand einer Ulbricht'schen Kugel (4) abbildende Optik sowie mindestens eine in das Kugellinnere gerichtete Leuchtdichtemessanordnung (7) aufweist, und dass der Kegel des Raumwinkels der Optik (5) im Bereich von 15 bis 30° liegt.
7. Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Optik vorzugsweise aus einem Zoom-Objektiv (5) besteht, und dass zwischen der Optik und dem Inneren der Ulbricht'schen Kugel (4) eine unerwünschte Teile des Optik-Blickfeldes ausblendende Maske (6) angeordnet ist.
8. Einrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Leuchtdichtemessanordnung (7) mit einem vorgeschalteten, ihre Empfindlichkeit an die spektrale Empfindlichkeit des menschlichen Auges anpassenden Filter (8) versehen ist.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer Tunnelbeleuchtungsanlage, bei welchem man die Leuchtdichte misst und anhand des resultierenden Messergebnisses mindestens die in der zugewandten Tunneleinfahrtszone angeord-

nete Tunnelbeleuchtung entsprechend steuert sowie eine Einrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

Wenn ein Automobilist sich einem unbeleuchteten Tunnel nähert und durch das Portal in den Tunnel einfährt, durchfährt er Zonen mit grossen Helligkeitsunterschieden, und dies meistens schneller, als sich ein Auge daran anpassen kann. Deshalb ist im allgemeinen im Tunnelinneren eine Beleuchtung vorgesehen, die eine entsprechend der erlaubten Fahrzeuggeschwindigkeit genügende Sicht ermöglicht.

Auch wenn das Fahrzeug sich noch vor dem Tunnel befindet, muss sein Fahrer in den Tunnel hineinsehen können, zumindest auf die Länge seiner Anhaltstrecke. Diese Strecke wird die Einfahrtszone genannt und benötigt die hellste Beleuchtung. Mit zunehmender Anpassung des Auges an die im Tunnel vorhandene Helligkeit kann die Beleuchtung gegen das Innere abnehmen, was in den Übergangszonen erfolgt. Die Helligkeit der Beleuchtung im inneren Teil des Tunnels der Mittelzone wird bestimmt durch die zulässige Fahrgeschwindigkeit, ob Gegenverkehr vorhanden ist und den veränderlichen Grössen, Sichtweite und Verkehrsdichte, aber nicht mehr durch die Helligkeit im Freien.

Die Beleuchtung eines Tunnels soll also für die Einfahr- und Übergangszonen nach der Aussenhelligkeit und für die Mittelzone nach von der Aussenhelligkeit unabhängigen Kriterien geführt werden.

Bei einem Verfahren der eingangs genannten Art wird als Mass für die Helligkeit vor dem Tunnel vom Tunnelportal aus nach aussen die herrschende Leuchtdichte in der Weise gemessen, wie es z.B. aus der Zeitschrift «Strassenverkehrstechnik» Heft 2/1975, bekannt ist. Dies hat den Vorzug, dass dem Lichtfühler viel Energie zur Verfügung steht, da er das von der Sonne und dem Himmel eingestrahelte Licht misst und dementsprechend einfach gebaut werden kann. Bei einer solchen Messung der Leuchtdichte wird jedoch die Reflexion des Lichtes auf den links und rechts der Fahrbahn sich befindenden Flächen, also innerhalb des normalen Blickfeldes des in den Tunnel einfahrenden Autofahrers nicht berücksichtigt. Diese Reflexion ist jedoch je nach den Tages- und Jahreszeiteinflüssen sehr unterschiedlich. Der Ansprechpunkt des Leuchtdichtefühlers muss deshalb auf die ungünstigste mögliche Situation eingestellt werden, wodurch während der Zeiten günstiger Lichtverhältnisse zuviel Licht zur Verfügung gestellt wird. Ferner wird bei diesen bekannten, in Abhängigkeit von der Leuchtdichte gesteuerten Anlagen die in der Einfahrzone des Tunnels vorhandene Helligkeit nicht berücksichtigt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Schaffung eines Verfahrens und einer Einrichtung, welche bewirken, dass nur die wirklich benötigte Lichtmenge dem Fahrer zur Verfügung gestellt wird, wobei verhindert werden soll, dass entweder zuviel Licht eingeschaltet wird, was Energie- und Geldverschwendung wäre, noch zuwenig Licht eingeschaltet wird, wodurch die Unfallgefahr erhöht würde.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass man die Leuchtdichte innerhalb eines gegen das Tunneleinfahrtsportal gerichteten, zu einem Raumwinkel mit einem Kegel von 15 bis 30° gehörenden Blickfeldes, integriert über diesen Raumwinkel, misst.

Da insbesondere bei eingeschalteten Scheinwerfern des Gegenverkehrs das Messergebnis schnellen Änderungen unterworfen wäre, ist es zweckmässig, wenn man zur Messung der Leuchtdichte den innerhalb des gegen das Tunneleinfahrtsportal gerichteten Blickfeldes sichtbaren Gegenverkehr ausblendet.

Zur Erzielung eines Regelkreises ist es vorteilhaft, wenn man die gegen das Tunneleinfahrtsportal gerichtete Leuchtdichtemessung in zeitlichen Abständen mehrmals wiederholt, anhand der einzelnen Messergebnisse einen Leuchtdichtesoll-Mittelwert berechnet und aus diesem einen Leuchtdichtesoll-

Mittelwert für die Tunneleinfahrtszone festlegt, und anhand des letzteren mindestens die in der zugewandten Tunneleinfahrtszone angeordnete Tunnelbeleuchtung steuert. Dabei ist es zweckmässig, wenn man in der Tunneleinfahrtszone in zeitlichen Abständen mehrmals die Leuchtdichte bestimmt, anhand dieser einzelnen Messergebnisse einen Einfahrzonenleuchtdichte-Mittelwert für die Tunneleinfahrtszone berechnet und bei einer Überschreitung einer vorbestimmten Differenz zwischen einem entsprechend festgelegten Leuchtdichte-soll-Mittelwert und dem Leuchtdichte-Mittelwert für die Tunneleinfahrtszone die Tunnelbeleuchtung in letzterer in korrigierendem Sinne reguliert.

Es ist ausserdem vorteilhaft, wenn man die Leuchtdichte in der Tunnelmittelzone in zeitlichen Abständen mehrmals misst, daraus einen Ist-Mittelwert berechnet, diesen letzteren mit einem auf Grund der Verkehrsdichte und/oder Sichtweite vergleicht, und bei einer Überschreitung einer vorbestimmten Differenz die Beleuchtungsstärke der Tunnelmittelzone entsprechend reguliert.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ferner eine Einrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens, welche dadurch gekennzeichnet ist, dass die Leuchtdichtemesseinrichtung eine das auszumessende Blickfeld auf die Kugelfinnenwand einer Ulbricht'schen Kugel abbildende Optik sowie mindestens eine in das Kugelfinnen gerichtete Leuchtdichtemessanordnung aufweist und dass der Kegel des Raumwinkels der Optik im Bereich von 15 bis 30° liegt.

Dabei ist es zweckmässig, wenn die Optik vorzugsweise aus einem Zoom-Objektiv besteht, und zwischen der Optik und dem Inneren der Ulbricht'schen Kugel eine unerwünschte Teile des Optik-Blickfeldes ausblendende Maske angeordnet ist.

Ferner ist es vorteilhaft, wenn die Leuchtdichtemesseinrichtung mit einem vorgeschalteten, ihre Empfindlichkeit an die spektrale Empfindlichkeit des menschlichen Auges anpassenden Filter versehen ist.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist Gegenstand von Anspruch 9.

Nachstehend wird die Erfindung anhand der Zeichnung beispielsweise erläutert. Es zeigt

Fig. 1 schematisch die Tunneleinfahrtsverhältnisse,

Fig. 2 einen Querschnitt durch eine beispielsweise Ausführungsform einer erfindungsgemässen Leuchtdichtemesseinrichtung

Fig. 3 ein Flussdiagramm einer ersten beispielsweise Schaltung zur Steuerung einer Tunnelbeleuchtungsanlage, und

Fig. 4 ein Flussdiagramm einer zweiten beispielsweise Schaltung zur Regelung einer Tunnelbeleuchtungsanlage.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, werden die Tunneleinfahrtsverhältnisse in eine Tunnel-Annäherungszone A, eine Tunnel-Einfahr- oder Übergangszone E und eine Tunnel-Mittelzone M unterteilt.

Wenn ein Automobilist sich einem unbeleuchteten Tunnel nähert und durch das Portal in den Tunnel einfährt, durchfährt er Zonen mit grossen Helligkeitsunterschieden, und dies meistens schneller, als sich sein Auge daran anpassen kann. Deshalb ist im allgemeinen im Tunnelinnern eine Beleuch-

tung vorgesehen, die eine entsprechend der erlaubten Fahrzeuggeschwindigkeit genügende Sicht ermöglicht.

Auch wenn das Fahrzeug sich noch vor dem Tunnel befindet, muss sein Fahrer in den Tunnel hinein sehen können, zumindest auf die Länge seiner Anhaltstrecke. Diese Strecke wird die Einfahrtszone genannt und benötigt die hellste Beleuchtung. Mit zunehmender Anpassung des Auges an die im Tunnel vorhandene Helligkeit kann die Beleuchtung gegen das Innere abnehmen, was in den Übergangszonen erfolgt. Die Helligkeit der Beleuchtung im inneren Teil des Tunnels der Mittelzone wird bestimmt durch die zulässige Fahrgeschwindigkeit, ob Gegenverkehr vorhanden ist und den veränderlichen Grössen, Sichtweite und Verkehrsdichte, aber nicht mehr durch die Helligkeit im Freien.

Die Beleuchtung eines Tunnels soll also für die Einfahr- und Übergangszonen nach der Aussenhelligkeit und für die Mittelzone nach von der Aussenhelligkeit unabhängigen Kriterien geführt werden.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, ist am Beginn der Annäherungszone A eine erste Leuchtdichtemesseinrichtung 1 angeordnet, welche innerhalb eines gegen das Tunneleinfahrtsportal P gerichteten Blickfeldes von 20° die Aussenleuchtdichte LA misst.

Ferner ist im Anfangsbereich der Einfahrtszone eine zweite ins Tunnelinnere gerichtete Leuchtdichtemesseinrichtung 2 zur Bestimmung der Ist-Einfahrzonenleuchtdichte LE und in der Tunnel-Mittelzone M eine dritte Leuchtdichtemesseinrichtung 3 zur Bestimmung der Ist-Mittelzonenleuchtdichte LM angeordnet.

Die Leuchtdichtemesseinrichtungen 1, 2 und 3 sind zum Beispiel wie aus Fig. 2 ersichtlich, ausgebildet, indem sie ein das auszumessende Blickfeld auf die Kugelfinnenwand einer Ulbricht'schen Kugel 4 abbildendes Zoomobjektiv 5 aufweisen, welches letzteres es erlaubt, den Blickwinkel den örtlichen Bedürfnissen anzupassen, die durch Unterschiede in der Topographie gegeben sein können.

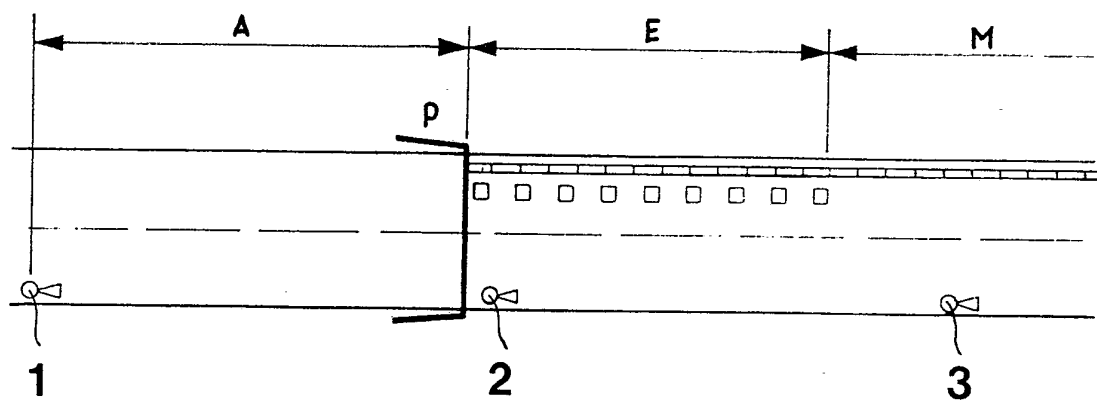
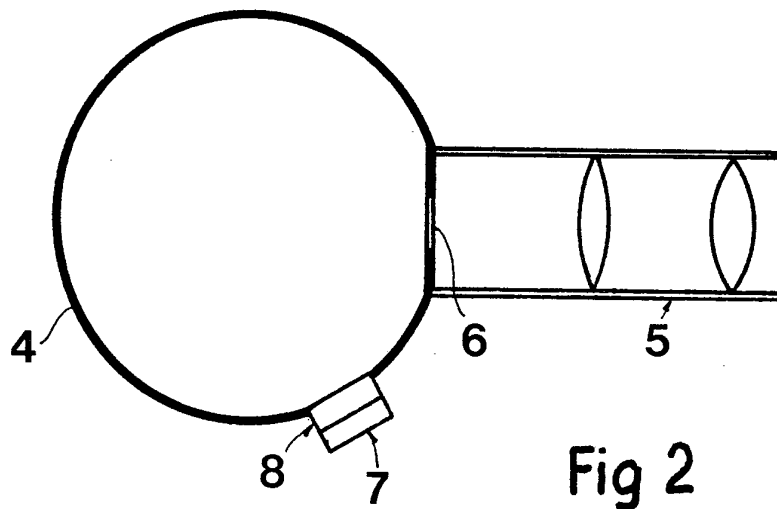
Mit Hilfe eines zwischen dem Zoom-Objektiv 5 und dem Inneren der Ulbricht'schen Kugel 4 angeordneten Maske 6 können Teile des Blickfeldes, zum Beispiel der Gegenverkehr, welche einen unerwünschten Einfluss auf das Messergebnis hätten, ausgeblendet werden.

Im Inneren der Ulbricht'schen Kugel 4 wird ein homogenes Leuchtdichtefeld erzeugt, das mit Hilfe einer Fotodiode 7 gemessen wird. Ein der letzteren vorgeschaltetes Filter 8 bewirkt eine spektrale Anpassung der Fotodiode 7 an die spektrale Empfindlichkeit des menschlichen Auges.

In einer in Fig. 3 dargestellten einfachen Ausführung einer Tunnelbeleuchtungsanlage ist nur eine Steuerung derselben vorgesehen.

Bei der in Fig. 4 dargestellten Ausführung mit Regelkreis wird der aus der Aussenleuchtdichte LA berechnete Sollwert der Einfahrzonenbeleuchtung mit dem Istwert der letzteren verglichen und die Beleuchtung bei einer Differenz je nachdem entsprechend höher oder niedriger geschaltet, sofern diese Differenz grösser als eine Schaltstufe im Beleuchtungsniveau ist.

Das gleiche Verfahren wird für die Tunnelmittelzonenbeleuchtung angewendet, wobei hier als Führungsgrössen die Verkehrsdichte und die Sichtweite verwendet werden.



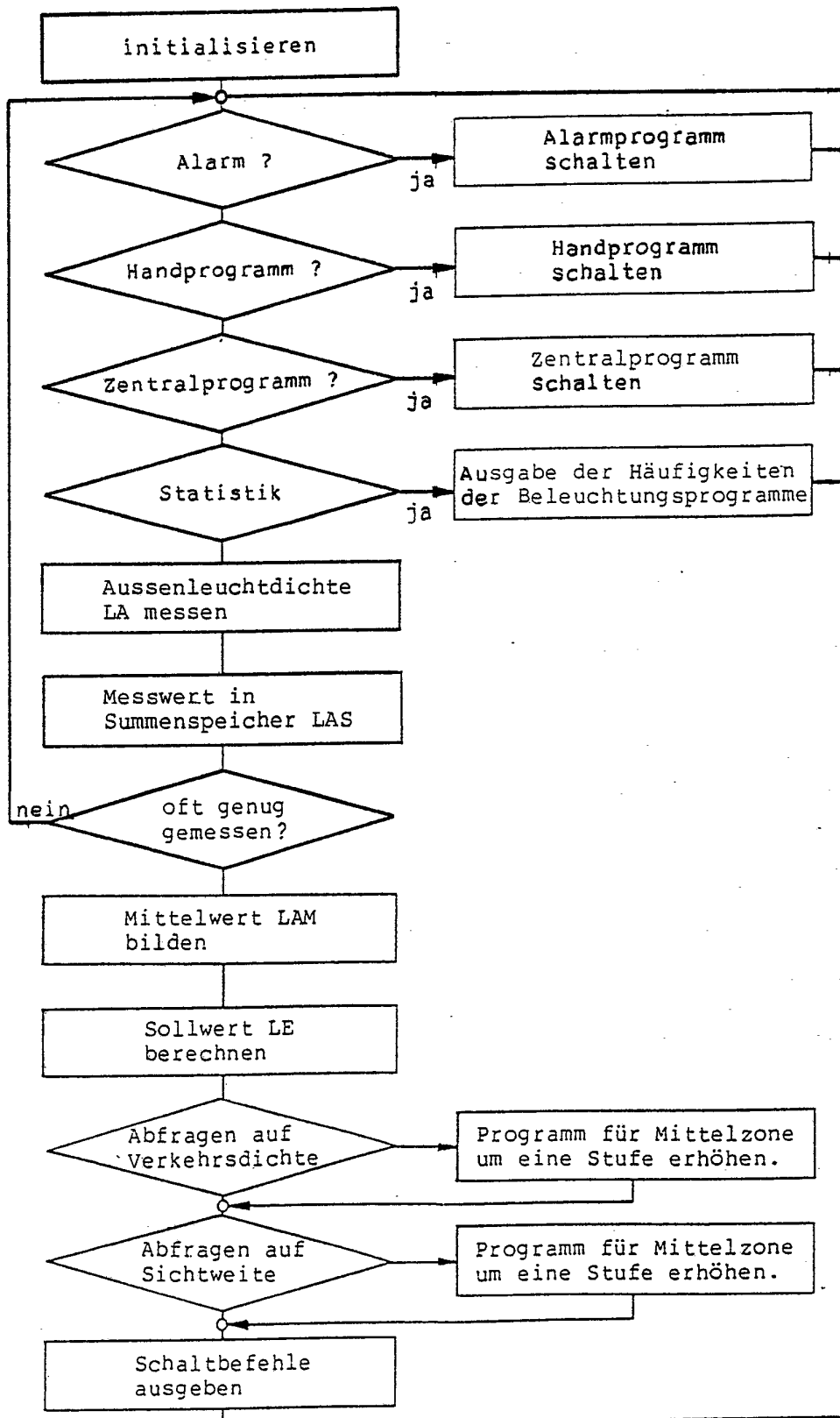


Fig 3

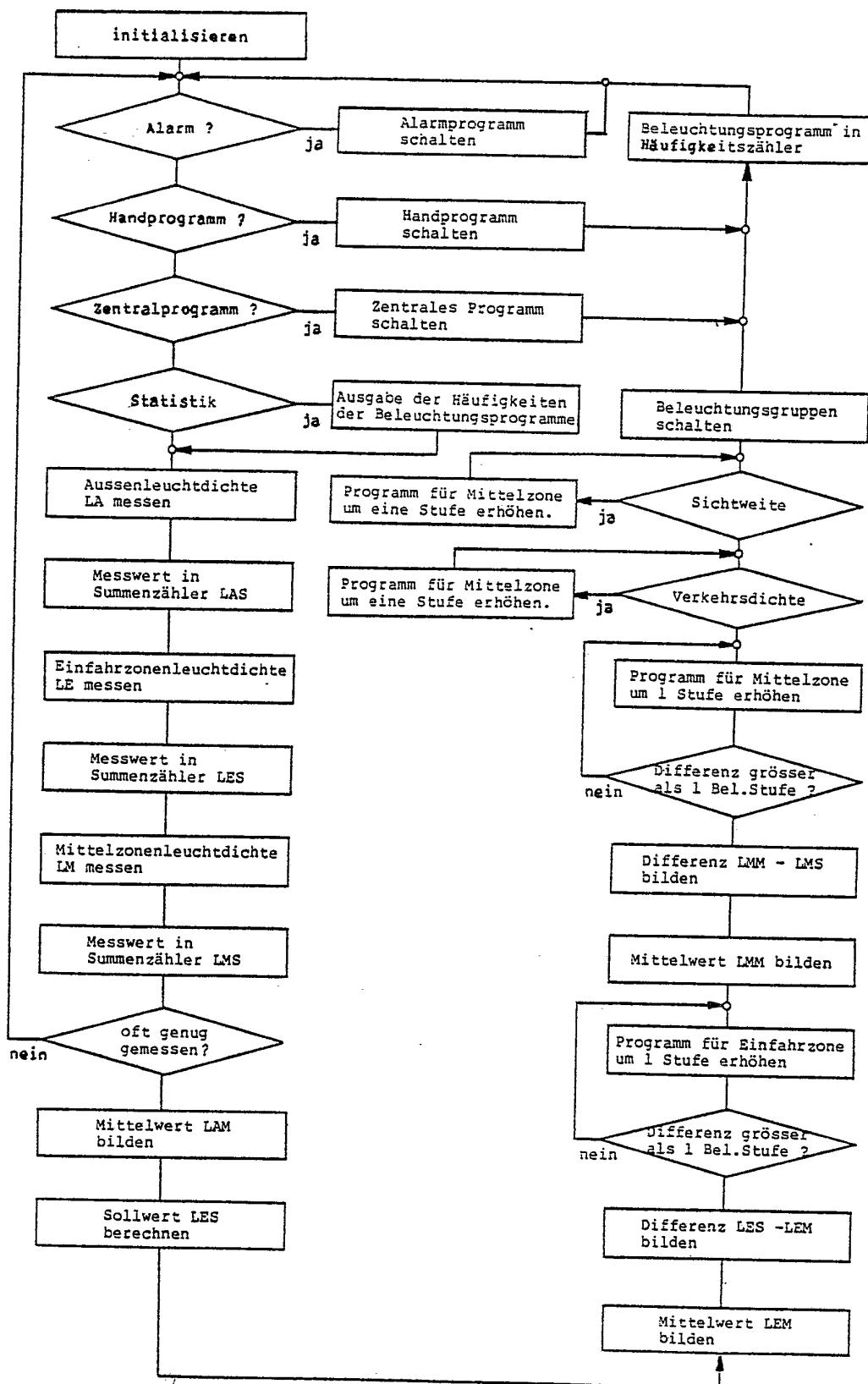


Fig 4