



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 656 009 A5

⑤① Int. Cl.⁴: G 01 S 17/58
G 01 P 11/02

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

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑳ Gesuchsnummer: 8062/81

⑦③ Inhaber:
Zellweger Uster AG, Uster

㉔ Anmeldungsdatum: 17.12.1981

㉔ Patent erteilt: 30.05.1986

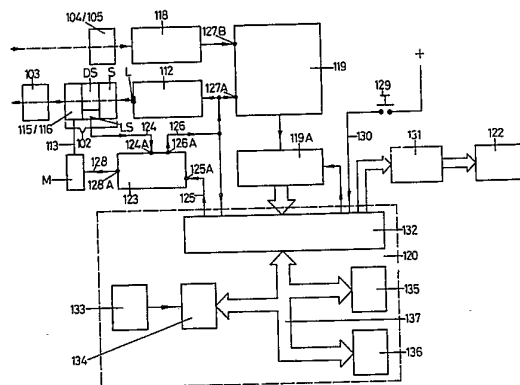
④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 30.05.1986

⑦② Erfinder:
Goede, Simon, Wetzikon ZH
Hauser, Peter, Uster
Mira, Silvio, Uster

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Messung der Geschwindigkeit eines bewegten Objekts.

⑤⑦ Auf das zu vermessende Objekt werden durch Folgen optischer Impulse gebildete Messstrahlen gerichtet und die vom Objekt reflektierten Messstrahlen werden empfangen und ausgewertet, wobei aus den Laufzeiten der Impulse vom Sender (L, S, 103) zum Objekt und von diesem zurück zum Empfänger Entfernungswerte, Entfernungsdifferenzen und Geschwindigkeitswerte gebildet werden. Die Bestimmung der Geschwindigkeitswerte erfolgt anhand von Serien von mehreren unmittelbar aufeinanderfolgenden Entfernungswerten und Entfernungsdifferenzen, und zwar von solchen, bei denen alle Werte innerhalb eines festgelegten Toleranzbereichs übereinstimmen. Vorzugsweise werden mehrere räumlich getrennte Messstrahlen auf das Objekt gerichtet, deren Laufzeiten getrennt ausgewertet werden. Das Ergebnis wird nur dann als zuverlässig akzeptiert, wenn von verschiedenen Messstrahlen stammende Geschwindigkeitswerte vorliegen und innerhalb eines festgelegten Toleranzbereichs übereinstimmen.

Dadurch werden Messwerte, die durch die Verlagerung des Auftreffpunkts der Messstrahlen auf dem zu vermessenden Objekt oder durch die gleichzeitige Vermessung mehrerer Objekte gebildet werden, nicht berücksichtigt. Das Verfahren eignet sich deswegen besonders gut zur Geschwindigkeitskontrolle im Strassenverkehr.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Messung der Geschwindigkeit eines bewegten Objekts mittels gepulster optischer Strahlung, bei welchem durch Folgen optischer Impulse gebildete Messstrahlen auf das zu vermessende Objekt gerichtet und die von diesem reflektierten Messstrahlen empfangen und ausgewertet werden, wobei aus den Laufzeiten der Impulse vom Sender zum Objekt und von diesem zurück zum Empfänger Entfernungswerte und aus diesen Entfernungsdifferenzen gebildet und durch Division von Entfernungsdifferenzen durch die zugehörigen Zeitintervalle Geschwindigkeitswerte des Objekts bestimmt werden, dadurch gekennzeichnet, dass die Bestimmung der Geschwindigkeitswerte jeweils anhand von Serien von mehreren unmittelbar aufeinanderfolgenden Entfernungswerten und Entfernungsdifferenzen erfolgt, wobei nur solche Serien von Entfernungsdifferenzen berücksichtigt werden, bei denen alle Werte innerhalb eines festgelegten Toleranzbereichs übereinstimmen, und dass jeder Geschwindigkeitswert durch Division der Summe mindestens einer derartigen Serie von Entfernungsdifferenzen durch die Summe der zugehörigen Zeitintervalle der betreffenden Impulsfolgen errechnet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass auf das zu vermessende Objekt (F) mindestens zwei räumlich getrennte Messstrahlen ($1'$, $2'$, $3'$) gerichtet und deren Laufzeiten getrennt ausgewertet und dadurch für jeden der räumlich getrennten Messstrahlen Entfernungswerte, Entfernungsdifferenzen und Geschwindigkeitswerte des Objekts (F) gebildet werden, und dass das Ergebnis dieser Messung nur dann als zuverlässig akzeptiert wird, wenn von verschiedenen räumlich getrennten Messstrahlen stammende Geschwindigkeitswerte vorliegen und wenn diese innerhalb eines festgelegten Toleranzbereichs übereinstimmen.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass mehr als zwei, vorzugsweise vier bis sechs, Messstrahlen ($1'$, $2'$, $3'$) auf das zu vermessende Objekt (F) gerichtet werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Messstrahlen ($1'$, $2'$, $3'$) von einer einzigen Quelle (L) ausgesandt werden und die verschiedenen räumlich getrennten Lagen sequentiell einnehmen.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Messung automatisch abgebrochen wird, wenn nach einer bestimmten Messdauer nicht mindestens zwei von aus verschiedenen räumlich getrennten Messstrahlen ($1'$, $2'$, $3'$) stammende Geschwindigkeitswerte vorliegen und innerhalb des festgelegten Toleranzbereichs übereinstimmen.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass aus den innerhalb des festgelegten Toleranzbereichs übereinstimmenden Geschwindigkeitswerten der verschiedenen Messstrahlen ($1'$, $2'$, $3'$) ein Durchschnittswert gebildet wird, welcher das verbindliche Ergebnis der Geschwindigkeitsmessung darstellt.

7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit einer gepulsten Lichtquelle, einer Sen-deoptik, einer Empfangsoptik, einem Empfänger und mit einer elektronischen Auswerteinheit zur Bildung von Entfernungswerten des angemessenen Objekts aus den Laufzeiten der ausgesandten und empfangenen optischen Impulse und zur Bildung von Entfernungsdifferenzen aus den Entfernungswerten sowie zur Berechnung von Geschwindigkeitswerten des angemessenen Objekts aus den Entfernungsdifferenzen, dadurch gekennzeichnet, dass die elektronische Auswerteinheit (120) einen Speicher (136) zur vorübergehenden Speicherung einer Mehrzahl von Entfernungsdifferenzen sowie Mittel zum Vergleich jeder neu gewonnenen Entfernungsdifferenz mit einem gespeicherten Wert zwecks Auffinden einer Serie von mehreren unmittelbar aufeinanderfol-

genden und innerhalb eines festgelegten Toleranzbereichs übereinstimmenden Entfernungsdifferenzwerten enthält.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der gepulsten Lichtquelle (L) und der Sen-deoptik (10) eine zur optischen Achse (a) schräg liegende und um diese rotierbare durchsichtige Scheibe (5) angeordnet ist, bei deren Rotation eine Ablenkung der von der Lichtquelle ausgesandten Messstrahlen in verschiedene Raumwinkelsektoren (RS) erfolgt, und dass die elektronische Auswerteinheit (120) zur Speicherung der in verschiedenen Raumwinkelsektoren gewonnenen Geschwindigkeitswerte und zu deren gegenseitigem Vergleich enthält.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, gekennzeichnet durch eine Senderauslöse- und Antriebsregelschaltung (123) für die Synchronisation der Rotation der Scheibe (S) mit einer Senderauslösimpulsfolge, deren Frequenz in einem definierten Verhältnis zur Drehzahl der Scheibe steht.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Senderauslöse- und Antriebsregelschaltung (123) einen frequenzstabilen Generator (139) mit nachfolgendem Frequenzteiler (145) zur Erzeugung von Impulsfolgen für ein Zeitraster aufweist, und dass ein Phasenkomparator (151) für den Vergleich von Impulsen einer die Rotation der Scheibe (S) überwachenden Lichtschranke (LS) mit Impulsen des Zeitrasters vorgesehen und der Regelausgang (153) des Phasenkomparators (151) über einen Leistungsverstärker (156) mit dem Antrieb (M) der Scheibe verbunden ist, wobei der Kontrollausgang (164) des Phasenkomparators und Ausgänge (Q_0 , Q_3) des Frequenzzählers mit Eingängen (161, 162; 149, 159) von zwei Flip-Flops (158, 160) verbunden sind, deren Ausgänge (165, 168) über ein UND-Tor (167) mit dem ersten Eingang (171) eines weiteren UND-Tores (172) verbunden sind, wobei dem zweiten Eingang (173) dieses weiteren UND-Tores (172) aus dem Frequenzzähler eine Senderauslösimpulsfolge zugeführt ist und das weitere UND-Tor (172) zufolge der logischen Verknüpfung der zugeführten Signale nur bei Synchronisation der Rotation der Scheibe mit dem Zeitraster durchlässig geschaltet und der Ausgang (126A) der Senderauslöse- und Antriebsregelschaltung mit der Lichtquelle (L) verbunden ist.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Messung der Geschwindigkeit eines bewegten Objekts mittels gepulster optischer Strahlung, bei welchem durch Folgen optischer Impulse gebildete Messstrahlen auf das zu vermessende Objekt gerichtet und die von diesem reflektierten Messstrahlen empfangen und ausgewertet werden, wobei aus den Laufzeiten der Impulse vom Sender zum Objekt und von diesem zurück zum Empfänger Entfernungswerte und aus diesen Entfernungsdifferenzen gebildet und durch Division von Entfernungsdifferenzen durch die zugehörigen Zeitintervalle Geschwindigkeitswerte des Objekts bestimmt werden.

Aus dem US-Patent 3 690 767 ist ein Verfahren dieser Art bekannt, welches zum Andocken von Schiffen verwendet wird. Bei diesem Verfahren wird eine gepulste optische Strahlung gegen Retoreffektoren ausgesandt und anhand der Laufzeiten der reflektierten Strahlung werden Standort, Lage und Geschwindigkeit des Schiffes festgestellt. Jeder Impuls wird durch Vergleich mit dem Durchschnittswert der Impulse der vergangenen Sekunden auf seine Gültigkeit überprüft. Aus allen gültigen Messwerten wird ein 1-Sekunden-Durchschnitt gebildet und gespeichert und aus der Differenz bestimmter 1-Sekunden-Durchschnitte wird schliesslich die Geschwindigkeit des Schiffes abgeleitet.

Wenn ein derartiges Verfahren zur Geschwindigkeitskon-

trolle im Strassenverkehr verwendet werden soll, beispielsweise bei Messungen mit einer sogenannten Radarpistole, dann ist zu beachten, dass dann, wenn sich während der Messung der Auftreffpunkt der Messstrahlen auf dem zu vermessenden Objekt verlagert, unterschiedliche Entfernungswerte und damit auch Geschwindigkeitswerte resultieren. Dies ist deswegen der Fall, weil Fahrzeuge in aller Regel unregelmässig geformt sind. Ausserdem kommt es bei Geschwindigkeitsmessungen, insbesondere bei solchen bei hoher Verkehrsdichte, immer wieder vor, dass die Messstrahlen während einer Messung auf verschiedene Objekte mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten auftreffen. Dies hat zur Folge, dass die ermittelte Geschwindigkeit einen Mischwert von mehreren Fahrzeugen darstellt und daher für polizeiliche Massnahmen praktisch unbrauchbar ist.

Die Erfindung hat daher die Aufgabe, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, bei welchem sowohl durch die Verlagerung des Auftreffpunkts der Messstrahlen auf dem zu vermessenden Objekt als auch durch die gleichzeitige Vermessung mehrerer Objekte gebildete Messwerte nicht berücksichtigt werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass die Bestimmung der Geschwindigkeitswerte jeweils anhand von Serien von mehreren unmittelbar aufeinanderfolgenden Entfernungswerten und Entfernungsdifferenzen erfolgt, wobei nur solche Serien von Entfernungsdifferenzen berücksichtigt werden, bei denen alle Werte innerhalb eines festgelegten Toleranzbereichs übereinstimmen, und dass jeder Geschwindigkeitswert durch Division der Summe mindestens einer derartigen Serie von Entfernungsdifferenzen durch die Summe der zugehörigen Zeitintervalle der betreffenden Impulsfolgen errechnet wird.

Bei der erfindungsgemässen Lösung wird also mit anderen Worten nach denjenigen Zeitintervallen gesucht, während derer die Geschwindigkeit konstant ist. Denn dann kann angenommen werden, dass der sich ergebende Messwert zuverlässig und für das vermessene Fahrzeug charakteristisch ist. Auch bei dem bereits genannten US-Patent 3 690 767 wird nicht jeder Messwert berücksichtigt. Aber da hier das Kriterium für die Berücksichtigung eines Messwerts im Grad von dessen Übereinstimmung mit einem gespeicherten Durchschnittswert liegt, ist dieses Verfahren nur bei sich langsam bewegenden Objekten anwendbar und daher für eine Geschwindigkeitskontrolle von Fahrzeugen nicht geeignet.

Eine bevorzugte Weiterbildung des erfindungsgemässen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass auf das zu vermessende Objekt mindestens zwei räumlich getrennte Messstrahlen gerichtet und deren Laufzeiten getrennt ausgewertet und dadurch für jeden der räumlich getrennten Messstrahlen Entfernungswerte, Entfernungsdifferenzen und Geschwindigkeitswerte des Objekts gebildet werden, und dass das Ergebnis dieser Messung nur dann als zuverlässig akzeptiert wird, wenn von verschiedenen räumlich getrennten Messstrahlen stammende Geschwindigkeitswerte vorliegen und wenn diese innerhalb eines festgelegten Toleranzbereichs übereinstimmen.

Durch diese Weiterbildung wird die Zuverlässigkeit des gewonnenen Geschwindigkeitsmesswertes weiter erhöht. Denn wenn die Geschwindigkeitsmesswerte in mehreren räumlich getrennten Kanälen übereinstimmen, dann ist ausgeschlossen, dass gleichzeitig mehrere Objekte angemessen werden. Somit kann der Geschwindigkeitsmesswert auch bei dichtem Verkehr und grosser Messdistanz mit Sicherheit einem bestimmten Fahrzeug zugeordnet werden.

Die Erfindung betrifft weiter eine Vorrichtung zur Durchführung des genannten Verfahrens, mit einer gepulsten Lichtquelle, einer Sendeoptik, einer Empfangsoptik, einem Empfänger und mit einer elektronischen Auswerteinheit zur Bil-

dung von Entfernungswerten des angemessenen Objekts aus den Laufzeiten der ausgesandten und empfangenen optischen Impulse und zur Bildung von Entfernungsdifferenzen aus den Entfernungswerten sowie zur Berechnung von Geschwindigkeitswerten des angemessenen Objekts aus den Entfernungsdifferenzen.

Die erfindungsgemässe Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass die elektronische Auswerteinheit einen Speicher zur vorübergehenden Speicherung einer Mehrzahl von Entfernungsdifferenzen sowie Mittel zum Vergleich jeder neu gewonnenen Entfernungsdifferenz mit einem gespeicherten Wert zwecks Auffinden einer Serie von mehreren unmittelbar aufeinanderfolgenden und innerhalb eines festgelegten Toleranzbereichs übereinstimmenden Entfernungsdifferenzwerten enthält.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels und der Zeichnungen näher erläutert; es zeigen:

- Fig. 1 drei Beispiele für die räumliche Anordnung von Messstrahlen;
- Fig. 2 den Versatz eines schräg auf eine Glasplatte auffallenden Lichtstrahls beim Durchgang durch diese;
- Fig. 3 geometrische Zusammenhänge zur Berechnung des Strahlversatzes gemäss Fig. 2;
- Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Bildung von versetzten Strahlenbündeln;
- Fig. 5 eine schematische Darstellung einer Strahlableinheits-
- Fig. 6 eine spezielle Anordnung von Messstrahlen;
- Fig. 7 ein massstäbliches Bild virtueller Abbildungen;
- Fig. 8 Lichtflecke auf einem zu vermessenden Objekt;
- Fig. 9 eine vorteilhafte Anordnung von Sende- und Empfangsoptik;
- Fig. 10 den Aufbau einer erfindungsgemässen Vorrichtung;
- Fig. 11a + 11b ein Block- und Funktionsschema der Vorrichtung von Fig. 10;
- Fig. 12 ein Blockschaltbild einer Senderauslöse- und Antriebsregelschaltung;
- Fig. 13 Impulsdiagramme für vier Zeitabschnitte;
- Fig. 14-1/14-2 ein Flussdiagramm des Hauptprogramms für sechskanalige Messung;
- Fig. 14A-1/14A-2 ein Flussdiagramm des Hauptprogramms für einkanalige Messung;
- Fig. 15 ein Flussdiagramm für das Sortierprogramm;
- Fig. 16-1/16-2 ein Flussdiagramm für die Kanalauswertung;
- Fig. 17 ein Flussdiagramm für die Erfassung der Kanalkriterien;
- Fig. 18 ein Flussdiagramm für die Messkriterien bei sechskanaliger Messung; und
- Fig. 19 ein Flussdiagramm für die Messkriterien bei einkanaliger Messung.

Zur Messung der Geschwindigkeit eines Fahrzeuges, beispielsweise eines Autos, mittels einer Folge optischer Impulse kann sichtbare oder unsichtbare, beispielsweise infrarote Strahlung benützt werden. Diese Impulse werden beispielsweise von einer Laser-Diode erzeugt und mittels einer optischen Anordnung gegen das entgegenkommende oder sich entfernende Auto gerichtet. An den Auftreffstellen des aus einer Folge der optischen Impulse bestehenden Messstrahls werden die Impulse reflektiert, und ein Teil der Sendeenergie der Impulse gelangt zurück zum Standort der Messvorrichtung, in welche die Laufzeit der Impulse vom Sender zum vermessenen Objekt und zurück zum Empfänger bestimmt wird.

Unter Berücksichtigung der Ausbreitungsgeschwindigkeit und der gemessenen Laufzeit lässt sich für jeden empfangenen, reflektierten Impuls ein Entfernungswert errechnen. Bewegt sich das vermessene Objekt mit gleichförmiger Geschwindigkeit und folgen die Sendeimpulse in gleichen Zeitintervallen aufeinander, so kann aus der Veränderung der zu verschiedenen, aber bekannten Zeiten gemessenen Entfernungen die Geschwindigkeit des vermessenen Objektes relativ zum Messstandort ermittelt werden.

Ergibt beispielsweise der n -te Impuls einen Entfernungswert E_n und der $n + 1$ -te Impuls einen Entfernungswert E_{n+1} und ist das Zeitintervall zwischen dem n -ten und dem $n + 1$ -ten Impuls $= t$, so ergibt sich für diesen Zeitintervall der folgende Geschwindigkeitsmesswert V :

$$V = \frac{E_{n+1} - E_n}{\Delta t}$$

Eine Folge streng periodischer Impulse sollte daher bei einem sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit bewegendem Objekt eine Folge gleicher Geschwindigkeitsmesswerte aufgrund der je nach Bewegungsrichtung linear steigenden beziehungsweise fallenden Entfernungswerte ergeben.

Zufolge der praktisch unvermeidlichen Schwankungen der Auftreffstellen des Messstrahls auf dem zu vermessenden Objekt ergeben sich trotz gleichförmiger Geschwindigkeit des Objektes jedoch Abweichungen bei den Entfernungswerten. Diese Erscheinung ist besonders ausgeprägt, wenn die Auftreffstellen des Messstrahls auf gekrümmten oder geneigten Flächen des zu vermessenden Objektes liegen. Hierdurch können so grosse Abweichungen der gemessenen Geschwindigkeitswerte von der wahren Geschwindigkeit auftreten, dass die entsprechenden Geschwindigkeitsmesswerte mit praktisch untragbaren Fehlern behaftet wären.

Die Erfahrung zeigt nun aber, dass bei ausreichend hoher Pulsfrequenz und bei zumutbarer Sorgfalt in der Handhabung der Messvorrichtung während der Messdauer immer Zeitspannen mit Folgen von relativ konstanten und daher zuverlässigen Geschwindigkeitsmesswerten auftreten.

Beim erfindungsgemässen Messverfahren werden nun die sich laufend ergebenden Geschwindigkeitsmesswerte vor ihrer Auswertung temporär gespeichert und daraufhin überprüft, ob sie eine Folge von mindestens einer bestimmten Anzahl N unmittelbar aufeinanderfolgender und innerhalb eines festgelegten Toleranzbereiches liegender Geschwindigkeitsmesswerte aufweisen; oder mit anderen Worten, ob während der betreffenden Messdauer mindestens eine Zeitspanne T mit relativ konstanten, das heisst homogenen und daher als zuverlässig zu betrachtenden Geschwindigkeitsmesswerten aufgetreten ist.

Ein aus mindestens einer Zeitspanne T mit zuverlässigen Messungen stammender Messwert oder ein Mittelwert aus den innerhalb dieser Zeitspanne errechneten, beziehungsweise gespeicherten Geschwindigkeitsmesswerten wird dann als zuverlässiger Geschwindigkeitsmesswert des vermessenen Objektes ausgewertet und/oder angezeigt, während die übrigen Messwerte unterdrückt beziehungsweise gelöscht werden. Die für dieses Messverfahren verwendete Vorrichtung kann beispielsweise in der Art der in der DE-OS 2 723 584 beschriebenen Geschwindigkeitsmessvorrichtungen ausgebildet sein.

Die Zuverlässigkeit des beschriebenen Messverfahrens wird weiter erhöht, wenn die Messstrahlen nicht nur in einen einzigen Raumwinkelsektor, sondern in ein Bündel von Raumwinkelsektoren ausgestrahlt werden, wobei für jeden Raumwinkelsektor auf die beschriebene Art ein nachfolgend als zuverlässiger Sektormesswert bezeichneter zuverlässiger Geschwindigkeitsmesswert gebildet wird.

Diese zuverlässigen Sektormesswerte aus den einzelnen Raumwinkelsektoren werden temporär gespeichert und miteinander in Beziehung gebracht und es wird aus ihnen nur dann ein verbindlicher Geschwindigkeitsmesswert des vermessenen Objektes abgeleitet, wenn eine bestimmte Mindestanzahl dieser zuverlässigen Sektormesswerte vorliegt und deren Abweichungen untereinander innerhalb eines festgelegten Toleranzbereiches liegen.

Da innerhalb einer bestimmten Messzeit nur ausnahmsweise über alle Messkanäle zuverlässige Sektormesswerte erhalten werden, wird zur Bestimmung eines verbindlichen Messwertes nur eine bestimmte Mindestzahl (welche in den meisten Anwendungsfällen kleiner ist als die volle Anzahl Messkanäle) von zuverlässigen Sektormesswerten gefordert.

Auf diese Weise wird eine hohe Verbindlichkeit des schliesslich gewonnenen Geschwindigkeitsmesswertes erreicht, der auch bei dichtem Verkehr und grosser Messdistanz mit Sicherheit einem bestimmten Fahrzeug zugeordnet werden kann.

Die Figuren 1a, 1b und 1c zeigen je einen Querschnitt durch mehrere Raumwinkelsektoren der beschriebenen Art, und zwar senkrecht zur Symmetrieachse des Bündels der gleichmässig verteilten Raumwinkelsektoren.

Gemäss Fig. 1a sind vier einander nicht berührende Raumwinkelsektoren RS_1 bis RS_4 , gemäss Fig. 1b sechs einander gerade berührende Raumwinkelsektoren RS_5 bis RS_{10} , und gemäss Fig. 1c sechs sich teilweise überlappende Raumwinkelsektoren RS_{11} bis RS_{16} vorgesehen.

Jedem der Raumwinkelsektoren RS kann nun ein Messkanal zugeordnet werden, mittels welchem die aus dem betreffenden Raumwinkelsektor einfallenden Reflexionen erfasst und ausgewertet werden. Über jeden der Messkanäle werden während des Messvorgangs periodisch Entfernungsmesswerte gewonnen.

Fig. 2 zeigt, wie ein unter einem Einfallswinkel α zur Normalen N schräg auf eine Scheibe S fallender Lichtstrahl LST unter einem Strahlversatz SV weitergeleitet wird. Der Strahlversatz SV ist dabei in Richtung senkrecht zur Ebene der Scheibe S gemessen und seine Grösse hängt von der Dicke D der Scheibe S und vom Brechungsindex n des Materials der Scheibe S ab.

Mit Hilfe der in Fig. 3 dargestellten Zusammenhänge kann der Strahlversatz SV berechnet werden. Wenn γ den Brechungswinkel in der Scheibe S bezeichnet und n deren Brechungsindex, dann ist wegen Winkel $AFB = \alpha$ und Winkel $CFB = \gamma$, die Strecke $AB = D \cdot \tan \alpha$ und die Strecke $CB = D \cdot \tan \gamma$. Deshalb ist die Strecke $AC = AB - CB = D(\tan \alpha - \tan \gamma)$ und, weil der Winkel $AEC = \alpha$ ist, ist die Strecke $AE = \frac{AC}{\tan \alpha}$ und die Strecke AE , also der Strahlversatz $SV = D(1 - \frac{\tan \gamma}{\tan \alpha})$. Da das Verhältnis $\frac{\tan \gamma}{\tan \alpha}$ für kleine Einfallswinkel α in erster Annäherung dem Verhältnis $\frac{\sin \gamma}{\sin \alpha} = \frac{1}{n}$ gleichzusetzen ist, ist der Strahlversatz SV für kleine Einfallswinkel α in erster Annäherung unabhängig vom Einfallswinkel α .

Bei grösseren Einfallswinkeln α nimmt das Verhältnis $\frac{\tan \gamma}{\tan \alpha}$ ab, so dass der Strahlversatz SV zunimmt. Der Maximalwert des Strahlversatzes SV entspricht der Dicke D der Scheibe S und er wird erreicht für den Einfallswinkel $\alpha = 90^\circ$.

Der beschriebene Strahlversatz kann nun zur Bildung von räumlich getrennten Strahlenbündeln verwendet werden, wie dies anhand von Fig. 4 illustriert ist.

Von einer der Scheibe S zugeordneten Lichtquelle L ausgehende Strahlen 1, 2 und 3 werden aufgrund ihres unterschiedlichen Einfallswinkels auf die Scheibe S in unterschiedlicher Weise versetzt: Der senkrecht einfallende Strahl 1 verlässt die Scheibe S als nicht versetzter Strahl 1'; die schräg auftreffenden Strahlen 2 und 3 verlassen die Scheibe S als versetzte Strahlen 2' bzw. 3'. Wenn für die Einfallswinkel der Strahlen 1, 2 und 3 auf die Scheibe S das Verhältnis $\frac{\tan \gamma}{\tan \alpha}$ konstant wäre,

so würden die versetzten Strahlen 2' und 3' um die gleiche Distanz d in Richtung der Normalen N auf die Scheibe S versetzt erscheinen. Dieser hypothetische Fall ist in Fig. 4 angenommen. Alle aus der Scheibe S austretenden Strahlen scheinen demnach für einen jenseits der Scheibe S befindlichen Beobachter aus dem Punkt L' diesseits der Scheibe S zu kommen. Die punktförmig angenommene Lichtquelle L würde in diesem Fall im Punkt L' virtuell abgebildet werden. In Wirklichkeit nimmt jedoch der Strahlversatz, ausgedrückt in der Verschiebung d , bei grösser werdenden Einfallswinkeln zu. Dabei wird die Lichtquelle L nicht mehr genau punktförmig an der Stelle L' virtuell abgebildet. Für eine Scheibe S mit begrenzter Oberfläche und/oder eine Lichtquelle mit begrenztem räumlichem Abstrahlwinkel hat auch die virtuelle Abbildung L' der Lichtquelle L begrenzte Abmessungen.

Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung einer Strahl-ablenkeinheit gemäss dem anhand der Fig. 2-4 erläuterten Prinzip mit einer um eine Achse a drehbaren Scheibe S , welche in einem um die Achse a drehbaren Zylinder Z schräg zur Achse a eingefasst ist. Auf dieser Achse a liegt die Lichtquelle L , beispielsweise eine Laserdiode, welche in gepulstem Betrieb arbeitet, so dass bei sich drehendem Zylinder Z und damit bei sich drehender Scheibe S mit jedem Puls Messstrahlen in unterschiedliche Raumwinkelsektoren RS (siehe Fig. 1a, 1b, 1c) ausgesandt werden. Für einen jenseits der Scheibe S befindlichen Beobachter erscheinen dann bei Rotation des Zylinders Z und damit der Scheibe S um die Achse a die virtuelle Abbildung $L'_1, L'_2, L'_3, L'_4, L'_5$, und L'_6 der Lichtquelle L auf einem kleinen Kreis um die Lichtquelle L verteilt. Diese Verhältnisse bestehen dann, wenn während einer Umdrehung des Zylinders Z sechs Impulse von der Laserdiode abgegeben werden. Dabei wird vorausgesetzt, dass die Impulsdauer der Impulse wesentlich kleiner ist als die Dauer für eine Umdrehung des Zylinders Z . Es wird dann die gleiche Wirkung erzielt, wie wenn die Scheibe S nur sechs diskrete Stellungen einnehmen könnte.

Mit dem Zylinder Z ist eine ringförmige Detektionsscheibe DS starr verbunden, welche sich somit mit der Scheibe S dreht. Auf der Detektionsscheibe DS sind radiale Detektionsmarken DM in gleichmässiger Winkelteilung angebracht, und zwar vorzugsweise gleichviele wie Raumsektoren gebildet werden sollen.

Mittels einer an sich bekannten Lichtschranke LS wird in an sich bekannter Weise die Passage jeder Detektionsmarke DM durch den Lichtstrahl der Lichtschranke erfasst. Die Ausgangssignale der Lichtschranke LS werden einem Taktgeber für den gepulsten Betrieb der Laserdiode, welche die Lichtquelle L darstellt, zugeführt.

Während die Fig. 4 und 5 nicht massstäblich gezeichnet sind, sondern nur zur prinzipiellen Erläuterung dienen, zeigt Fig. 6 eine massstabgetreue Darstellung, gemäss welcher die Scheibe S unter einem Winkel $\beta = 78,7^\circ$ zur Richtung der Achse a geneigt ist und eine Dicke $D = 4,49$ mm aufweist. Der Brechungsindex des verwendeten Glases der Scheibe S ist $n = 1,5$. Es sind, so wie in Fig. 4 wieder drei Messstrahlen 1, 2 und 3 eingezeichnet, von denen der Messstrahl 1 senkrecht auf die Scheibe S fällt und daher keinen Strahlversatz erleidet und die Messstrahlen 2 und 3 die Scheibe S als versetzte Strahlen 2' bzw. 3' verlassen.

Die virtuelle Abbildung L' der Lichtquelle L , von der die Messstrahlen 1', 2' und 3' scheinbar kommen, liegt Darstellungsgemäss geringfügig, d.h. 0,3 mm neben der Achse a und ist von der Lichtquelle um den Betrag $F = 1,53$ mm in Richtung zur Scheibe S verlagert.

Der Strahlengang gemäss Fig. 6 wurde streng nach dem Snellius'schen Gesetz konstruiert, deshalb schneiden sich die Strahlen 1', 2' und 3', wenn sie nach hinten verlängert sind,

nicht genau in einem Punkt. Die auftretenden Abweichungen sind jedoch praktisch vernachlässigbar.

Wird als Lichtquelle L beispielsweise eine Impuls-laserdiode des Typs LD 163 der Firma «Laser Diode Laboratories Inc. (1130 Somerset Street, New Brunswick, N.Y. 08901)» in einer Anordnung nach Fig. 6 eingesetzt, so ergibt sich für die sechs virtuellen Abbildungen $L'_1, L'_2, L'_3, L'_4, L'_5, L'_6$ (Fig. 5) bei einer Umdrehung der Scheibe S ein massstäbliches Bild gemäss Fig. 7. Es wird also mit einer einzigen Laserdiode die gleiche Wirkung erzielt, wie wenn sechs Laserdioden in der angegebenen Anordnung gemäss Fig. 7 benützt würden. Dies stellt eine beträchtliche konstruktive Vereinfachung dar, welche zudem zu einem erheblich geringeren technischen Aufwand führt.

Die Lichtquelle L bzw. deren virtuelle Abbildung L'_1 bis L'_6 müssen nun auf dem zu vermessenden Objekt, beispielsweise einem Fahrzeug in einer Distanz von beispielsweise 50-200 m, abgebildet werden. Dies erfolgt mittels einer Sendeoptik, beispielsweise mittels einer einfachen, an sich bekannten Projektionsoptik. Deren Brennweite wird dabei so gross gewählt, dass auch bei der grössten vorgesehenen Entfernung zu dem zu vermessenden Objekt die ganze Gruppe der durch die Sendeoptik auf dem Objekt erzeugte Abbildung aller virtuellen Lichtquellen vollständig auf dem Objekt zu liegen kommt.

Bei Abmessungen von $0,228 \times 0,202$ mm der Leuchtfläche der Laserdiode des genannten Typs würde die Sendeoptik mit einer Brennweite von 100 mm auf einem 200 m entfernten Fahrzeug einen Lichtfleck mit einem Durchmesser von weniger als 0,5 mm erzeugen. Dieser Lichtfleck LF würde das Fahrzeug F , beispielsweise etwa wie in Fig. 8 durch schraffierte Kreisflächen dargestellt, treffen. Dabei ist die Form der Lichtflecken LF der Einfachheit halber rund gezeichnet. Die früher genannte Laserdiode hat jedoch eine rechteckige Leuchtfläche. Die Strahl-ablenkeinheit wird jedoch die Leuchtfläche etwas verzerrt abbilden und die Sendeoptik wird nur auf eine ganz bestimmte Distanz eine scharfe Abbildung erzeugen, so dass die tatsächliche Form der Lichtflecken LF annähernd rund wird.

Die in Fig. 8 dargestellten Lichtflecken LF repräsentieren Messstrahlen in sechs benachbarten Raumwinkelsektoren. Für die Messstrahlen verwendet man vorzugsweise unsichtbares, beispielsweise infrarotes, Licht.

Vom Fahrzeug F werden die auftreffenden Messstrahlen wenigstens teilweise reflektiert und ein Teil der reflektierten Messstrahlen wird zur Geschwindigkeitsmessvorrichtung zurückgeworfen und wird dort von deren Empfangsoptik aufgenommen. Die letztere hat die Aufgabe, von der aufgenommenen reflektierten Strahlung einen möglichst grossen Teil einer lichtempfindlichen Empfangsdiode fokussiert zuzuführen.

Die Brennweite der Empfangsoptik wird vorzugsweise so gross gewählt, dass die auf dem vermessenen Objekt F erzeugten Lichtflecken LF in ihrer Gesamtheit, also für alle Raumwinkelsektoren gemeinsam, auf der lichtempfindlichen Fläche der Empfangsdiode abgebildet werden. Als Empfangsdiode wird beispielsweise eine Avalanchediode des Typs C 30902E der Firma RCA Corp., Saint Anne de Bellevue, Quebec, Canada, H9X3L3, verwendet, deren lichtempfindliche Fläche einen Durchmesser von 0,5 mm hat.

Bei Verwendung einer Empfangsoptik mit der gleichen Brennweite wie diejenige der Sendeoptik wird das auf die Empfangsdiode abgebildete Lichtfleckenmuster der Sende-einrichtung einen Durchmesser aufweisen, der dreimal so gross ist wie die Leuchtfläche der Sendediode (dies wegen der hier angenommenen Anordnung von sechs Raumwinkelsektoren). Der Durchmesser dieser empfangsseitigen Abbildung

wird also im angenommenen Fall dreimal $0,228 = 0,684$ mm betragen.

Zur Verringerung dieses Durchmessers zwecks Anpassung des abgebildeten Leuchtflächenmusters auf den Durchmesser von 0,5 mm der Empfangsdiode wird daher vorzugsweise die Brennweite der Empfangsoptik etwa 0,7 mal so gross gewählt wie die Brennweite der Sendeoptik. Beispielsweise sollte bei einer Brennweite der Sendeoptik von 140 mm die Empfangsoptik eine solche von etwa 100 mm aufweisen.

Die Anordnung der Empfangsoptik relativ zur Sendeoptik sollte vorzugsweise so gewählt werden, dass alle Lichtflecken des gesamten Lichtfleckenmusters bei allen Messentfernungen von der Empfangsoptik möglichst vollständig auf der lichtempfindlichen Fläche der Empfangsdiode zur Abbildung gelangen. Wenn man die Sende- und die Empfangsoptik parallel nebeneinander anordnet, dann ist diese Forderung nur in einem begrenzten Entfernungsbereich erfüllbar, wenn man die Brennweite der Empfangsoptik nicht kürzer machen möchte als unbedingt erforderlich.

Zur Gewährleistung der entfernungsunabhängigen Abbildung der Leuchtflächen auf die Empfangsoptik sollten daher die Achsen der Empfangsoptik und der Sendeoptik zusammenfallen, was mittels einer konzentrischen Anordnung der beiden Optiken realisiert werden kann.

Fig. 9 zeigt schematisch eine besonders vorteilhafte Anordnung der Sende-Empfangsoptiken. Dabei stellt a die Hauptachse beider Optiken dar. Als Lichtquelle L ist eine Laserdiode 101 vorgesehen, welcher die Ablenkeinheit 102 und die Sendeoptik 103 zugeordnet sind.

Die Empfangsoptik ist gemäss dem Beispiel nach Fig. 9 als sogenannte Cassegrain-Anordnung ausgebildet mit einem Parabolspiegel 104, welchem ein Hyperbelspiegel 105 gegenübersteht. Die durch den Zylinder 107 von rechts einfallende, vom zu vermessenden Objekt reflektierte Strahlung wird vom Parabolspiegel 104 über den Hyperbelspiegel 105 auf die Empfangsdiode 106 fokussiert, welche daraus ein elektrisches Signal bildet, das weiter verarbeitet wird.

Cassegrain-Optiken sind an sich bekannt, siehe beispielsweise das Buch «Optik für Konstrukteure», von Dr. Helmut Naumann, dritte Auflage, Wilhelm Knapp-Verlag, Düsseldorf N, BRD, Seite 150, Abbildung 206.

Fig. 10 zeigt schematisch, teils im Schnitt und teils als Blockschaltbild, den Aufbau einer erfindungsgemässen Vorrichtung. Senderseitig erkennt man die Lichtquelle L, die geneigte, drehbar gelagerte Scheibe S, die Detektionsscheibe DS sowie die Lichtschranke LS eingefasst in den Zylinder Z. Dieser Zylinder Z ist in zwei Lagern 109 und 110 in einem Rohr 111 drehbar gelagert.

Im linken Teil des Rohres 111 ist eine Senderspeisung 112 untergebracht, welche alle elektronischen Teile für den gepulsten Betrieb der Lichtquelle L aufweist. Am linken Ende des Rohres 111 ist ein Spiegel 105A angebracht, welcher bereits zum Empfangssystem gehört.

Durch einen ausserhalb des Rohres 111 angebrachten Motor M wird über eine Welle 113, welche in einem Lager 114 gelagert ist, ein Kegelrad 115 angetrieben. Das Kegelrad 115 steht im Eingriff mit einem ringförmigen weiteren Kegelrad 116, welches starr auf dem Zylinder Z befestigt ist. Bei laufendem Motor M wird daher der Zylinder Z mitsamt der in ihm befestigten Scheibe S und der Detektionsscheibe DS in den Lagern 109 und 110 in Rotation versetzt, wobei das von der Lichtquelle L austretende Lichtbündel in die beabsichtigten Raumwinkelsektoren abgelenkt wird. Da die Lichtquelle L, wie früher erwähnt, nur impulsförmig und koordiniert mit der Rotation der Scheibe S betrieben wird, werden die diskreten Lichtimpulse jeweils koordiniert in die zugehörigen Raumwinkelsektoren abgelenkt.

Am rechten Ende des Rohres 111 ist die Sendeoptik 103

angeordnet, mittels welcher die virtuellen Lichtflecken $L'/1$ bis $L'/6$ (Fig. 5) auf dem zu vermessenden Objekt abgebildet werden.

Die Empfangsoptik 117 besteht darstellungsgemäss aus dem ringförmigen Parabolspiegel 104 und dem ihm gegenüberliegenden ebenen Spiegel 105A. Anstelle des ebenen Spiegels 105A könnte auch ein Hyperbelspiegel 105 gemäss Fig. 9 vorgesehen werden.

Im Fokus des Spiegelsystems 104 und 105A ist die Empfangsdiode 106 angeordnet, welche elektrisch am Eingang eines optischen Empfängers 118 liegt.

Auf den optischen Empfänger 118 folgt eine Entfernungsmesseinrichtung 119, welche die Ausgangssignale des Empfängers 118 verarbeitet.

Ein Mikrorechner 120 ist für die Steuerung des Messablaufes und die Ausführung von verschiedenen Funktionen, welche später erläutert werden, vorgesehen. Eine Speiseeinheit 121 dient der Stromversorgung der verschiedenen Bauteile. Eine Anzeigeeinheit 122 dient der Anzeige der unter Mithilfe des Mikrorechners 120 errechneten Geschwindigkeit des vermessenen Objektes.

Der Empfänger 118 ist in an sich bekannter Weise aufgebaut, beispielsweise in Anlehnung an die deutsche Offenlegungsschrift 2 723 835, beziehungsweise die entsprechende US-Patentschrift 4 181 431. Aus dem Stande der Technik sind weitere Angaben für optische Empfänger für die Distanzmessung bekannt.

Der Entfernungsmessschaltung 119, welche beispielsweise in Anlehnung an DOS 2 723 835 gebaut sein kann, werden Paare von Impulsen zur Auswertung zugeführt. Der erste Impuls eines solchen Impulspaares markiert den Zeitpunkt der Aussendung eines Impulses und der zweite Impuls entsteht beim Empfang eines an einem vermessenen Objekt reflektierten und bei der Messeinrichtung eintreffenden Impulses. Eine der Laufzeit des ausgesandten Impulses zum zu vermessenden Objekt und zurück zur Geschwindigkeitsmesseinrichtung entsprechende analoge Spannung wird am Ausgang der Entfernungsmesseinrichtung 119 einem nicht dargestellten Analog-Digital-Wandler zugeführt.

Der Mikrorechner 120 erfüllt die folgenden Aufgaben:

1. Steuerung des Messablaufs wie später ausführlich beschrieben.
2. Einlesen der vom genannten Analog-Digital-Wandler in digitalem Code ausgegebenen Entfernungswerte zum zu vermessenden Objekt.
3. Prüfen und Auswerten der gemessenen Entfernungswerte.
4. Ableiten und Prüfen eines zuverlässigen Geschwindigkeitsmesswertes.
5. Ausgeben des errechneten Geschwindigkeitsmesswertes an den Anzeigedecodierer und Anzeigetreiber.

Der Mikrorechner 120 ist hiezu verbunden mit:

- a. einem Start-Stop-Eingang der später beschriebenen Senderauslöseschaltung und Antriebsregelschaltung,
- b. dem Ausgang der Senderauslöseschaltung,
- c. den Ausgängen des genannten Analog-Digital-Wandlers,
- d. einem Eingang des Analog-Digital-Wandlers zur Durchgabe der Umwandlungsbefehle,
- e. den Eingängen des Anzeige-Decodierers und Anzeigetreibers,
- f. einer Start-Stop-Taste.

Die Fig. 11a und 11b zeigen ein Block- und Funktionsschema der Geschwindigkeitsmesseinrichtung. Darin sind die Teile, soweit sie beschrieben worden sind, mit den dort verwendeten Bezugszeichen versehen.

In der Fig. 11a erkennt man den Sender 112 mit der Lichtquelle L, die Scheibe S zur Strahlablenkung mit der Detektionsscheibe DS, welche die Detektionsmarken DM trägt, für die Steuerung der Sendeimpulsfolge mittels der Lichtschranke LS. Der zugehörige Antrieb erfolgt über den Motor M, die Welle 113 und die Kegelräder 115 und 116. Die von der Lichtquelle L abgegebenen Impulse werden durch die definierte Position der Ablenkscheibe S jeweils in definierte Raumwinkelsektoren geschickt, und sie werden durch die Sendeoptik 103 auf das zu vermessende Objekt abgebildet.

Reflektierte Impulse gelangen über die Empfangsoptik 104, 105 auf den optischen Empfänger 118, dessen Ausgangsimpulse einem Stop-Eingang 127A der Entfernungsmessschaltung 119 zugeführt werden. Über den Analog-Digital-Wandler 119A gelangen die Entfernungsmesswerte der Entfernungsmessschaltung 119 an den Mikrorechner 120 zur weiteren Verarbeitung.

Damit die Senderimpulse in genau definierte Raumwinkelsektoren RS ausgesandt werden, wird der Motor M für die Ablenkeinheit 102 durch eine Steuereinheit 123 gesteuert.

Der Steuereinheit 123 werden einerseits von der Lichtschranke LS der Ablenkeinheit 102 die aus der Passage von Detektionsmarken DM erzeugten Steuerimpulse über eine Leitung 124 zugeführt und andererseits erhält die Steuereinheit 123 dem Messablauf entsprechende Befehle über eine Leitung 125 aus dem Mikrorechner 120 zugeführt. Die Senderauslöseimpulse der Steuereinheit 123 gelangen über eine Leitung 126 sowohl zum Sender 112 als auch zu einem Starteingang 127B der Entfernungsmessschaltung 119 und auch zurück zum Mikrorechner 120. Ausserdem wird von der Steuereinheit 123 über eine Leitung 128 dem Motor M der Ablenkeinheit 102 ein genau dosierter Antriebsstrom zugeführt, derart, dass die Detektionsscheibe DS nicht nur die korrekte Drehzahl, sondern auch die korrekte Phasenlage einnimmt und diese während der Messung beibehält.

Zur Einleitung einer Messung, nachdem die Geschwindigkeitsmeseinrichtung auf ein bestimmtes zu vermessendes Objekt optisch ausgerichtet ist, beispielsweise mittels eines bekannten Visiers oder optischen Suchers, ist eine Starttaste 12g vorgesehen. Wird die Starttaste 129 betätigt, so wird über eine Leitung 130 dem Mikrorechner 120 ein Startsignal zur Auslösung eines Messablaufs zugeführt.

Der Mikrorechner 120 seinerseits steuert nach erfolgreichem Ablauf einer Messung über einen Dekodier- und Anzeigetreiber 131 die Anzeigeeinheit 122.

Fig. 11b zeigt schematisch den Aufbau des Mikrorechners 120 mit seiner Eingabe-Ausgabeeinheit 132, einem Taktgeber 133, einer Zentraleinheit 134, einem Festwertspeicher 135, einem Schreib-Lesespeicher 136 und einer Sammelschiene 137.

Die Steuereinheit 123 hat, wie aus Fig. 11a, b ersichtlich ist, zwei Eingänge und zwei Ausgänge. Ihr erster Eingang 125A ist über die Leitung 125 mit der Eingabe-Ausgabeeinheit 132 des Mikrorechners 120 verbunden. Ihm wird ein Signal zugeführt, welches am Anfang einer Messung von logisch «0» auf logisch «1» wechselt, während der Messung aber auf logisch «1» bleibt und bei Abschluss der Messung auf logisch «0» zurückfällt.

Der zweite Eingang 124A ist mit dem Ausgang an der Lichtschranke LS der Ablenkeinheit 102 verbunden und erhält jedes Mal, wenn eine Detektionsmarke DM der Detektionsscheibe DS die Lichtschranke durchläuft, einen Impuls.

Die Antriebsregelschaltung in der Steuereinheit 123 hat die Aufgabe, während der Dauer einer Messung über ihren Ausgang 128A und die Leitung 128 den Antriebsmotor M so zu steuern, dass die Scheibe S sich bei Auslösung des Senders in einer jeweils genau definierten Position befindet. Unmittelbar nach Anfang einer Messung wird dies zufolge der

Trägheit der Ablenkeinheit 102 noch nicht der Fall sein. Erst nach Beschleunigung der Ablenkeinheit auf die Soll-Drehzahl und nach Erreichen einer genauen Phasenlage ist der gewünschte Zustand erreicht.

Die Senderauslöseschaltung der Steuereinheit 123 hat daher die Aufgabe, erst nach Erreichen dieses gewünschten Zustandes der Scheibe S dem Sender über ihren weiteren Ausgang 126A und die Leitung 126 eine Reihe von Auslöseimpulsen mit genau bestimmten und sehr konstanten Zeitintervallen zuzuführen. Diese genauen Zeitintervalle der Senderimpulse bilden die Basis für die Geschwindigkeitsbestimmung des vermessenen Objektes. Die Ablenkscheibe S muss sich deshalb bei Auslösung des Senders in einer genau definierten Lage befinden, weil das zu vermessende Objekt jeweils an einer bestimmten von mehreren möglichen Stellen auf demselben durch die jeweiligen Messstrahlen vermessen werden muss.

Fig. 12 zeigt ein Blockschaltbild eines Beispiels einer Senderauslöse- und Antriebsregelschaltung 123. Als Grundlage für die Erzeugung von Sendeimpulsen mit exakter Repetitionsfrequenz ist ein Quarzoszillator 130 bekannter Art vorgesehen mit einer Frequenz von beispielsweise 1,53600 MHz. Dessen Ausgangssignal wird über eine Leitung 140 einem ersten Eingang 141 eines UND-Tores 142 zugeführt, dessen zweiter Eingang 143 über den Eingang 125A und die Leitung 125 mit der Ein-Ausgabeeinheit 132 verbunden ist (Fig. 11a, 11b). Nur während des Ablaufes einer durch die Betätigung der Start-Stop-Taste 129 veranlassten Messung erscheint das quarzgenaue Rechtecksignal deshalb am Ausgang 144 des UND-Tores 142.

Als Repetitionsfrequenz für die Senderimpulse hat sich eine Frequenz von beispielsweise 100 Hz pro Kanal, bei sechskanaliger Bauart also 600 Hz, als vorteilhaft erwiesen, und da Quarze für eine so tiefe Frequenz nur schwer herzustellen sind, wird die ursprünglich gewählte Quarzfrequenz von beispielsweise 1,53600 MHz in bekannter Weise mittels eines Frequenzteilers im Verhältnis $2^8 = 256$ untersetzt. Diese untersetzte Frequenz von 6000 Hz wird am Ausgang 146 des Frequenzteilers 145 abgegeben.

Im angenommenen Beispiel mit einer Repetitionsfrequenz der Senderimpulse von 600 Hz wird der Frequenteiler 145 daher so ausgebildet, dass er an seinem Ausgang 146 ein Rechtecksignal mit einer Frequenz von 6000 Hz abgibt. Diese Frequenz wird dem Eingang 147 eines Johnson-Zählers 148 zugeführt. Ein solcher Johnson-Zähler ist an sich bekannt, siehe beispielsweise CMOS Databook Fairchild, Ausgabe 1977, Seite 7-33, Bauteil 4017B. Im vorliegenden Anwendungsfall werden nur die vier Ausgänge Q_0 , Q_1 , Q_2 , Q_3 benützt, um, wie in Fig. 13 dargestellt, zeitlich versetzte Impulsfolgen mit einem Impulstastverhältnis von 1:10 zu erzeugen. Die Impulsfolge vom Ausgang Q_0 wird dem Takteingang 149 eines ersten Flip-Flops 158 zugeführt. Die Impulsfolge vom Ausgang Q_1 wird einem ersten Eingang 150 eines Komparators 151 zugeführt. Einem weiteren Eingang 152 dieses Komparators 151 wird vom Eingang 124A (siehe auch Fig. 11a) das Ausgangssignal der Lichtschranke LS zugeführt. Als Phasenkomparator kann beispielsweise ein Baustein 4046B gemäss Seiten 7-93 bis 7-97 des früher erwähnten Databook Fairchild vorgesehen sein. Das Regelausgangssignal des Phasenkomparators wird vom Regelausgang 153 über einen Tiefpass 154 an den Eingang 155 eines Leistungsverstärkers 156 geführt. Das Ausgangssignal des Leistungsverstärkers 156 wird von dessen Ausgang 157 über den Ausgang 128A zum Motor M geführt (siehe Fig. 11a).

Die Impulsfolge vom Ausgang Q_2 wird dem Takteingang 159 eines zweiten D-Flip-Flops 160 zugeführt.

Dem D-Eingang 161 des ersten Flip-Flops 158 und dem D-Eingang 162 des D-Flip-Flops 160 wird über eine Leitung

163 vom Kontrollausgang 164 des Phasenkomparators 151 ein Kontrollsignal zugeführt.

Der Q-Ausgang 165 des ersten D-Flip-Flops 158 ist an einen ersten Eingang 166 des zweiten UND-Tores 167 geführt.

Der Q-Ausgang 168 des zweiten D-Flip-Flops 160 ist an einen zweiten Eingang 169 des zweiten UND-Tores 167 geführt. Der Ausgang 170 des zweiten UND-Tores 167 ist mit einem ersten Eingang 171 eines dritten UND-Tores 172 verbunden, während einem zweiten Eingang 173 des dritten UND-Tores 172 die Impulsfolge vom Ausgang Q₃ des Johnson-Zählers 148 zugeführt ist.

Durch die beschriebene Signalverknüpfung wird am Ausgang 174 des dritten UND-Tores 172 das Senderauslösesignal gebildet und an den Ausgang 126A der Senderauslöse- und Antriebsregelschaltung 123 geführt (vergleiche auch Fig. 11a).

Fig. 13 zeigt für die vier Zeitabschnitte A, B, C und D in den Zeilen a, b, c und d schematisch Impulsdigramme, wie sie an den Ausgängen Q₀, Q₁, Q₂ und Q₃ des Johnson-Zählers 148 erscheinen. Demgegenüber zeigt die Zeile e für die gleichen Zeitabschnitte eine Impulsfolge, welche das Ausgangssignal der Lichtschranke LS darstellt.

Die Zeile f zeigt den Signalverlauf am Kontrollausgang 164 des Phasenkomparators 151 und damit an den D-Eingängen des ersten und des zweiten Flip-Flops 158 beziehungsweise 160.

Die Zeilen g und h zeigen den Signalverlauf an den Ausgängen 165 und 168 des ersten Flip-Flops 158 beziehungsweise des zweiten Flip-Flops 160.

Schliesslich zeigt die Zeile i das Auftreten eines an die Impulsfolge am Ausgang Q₃ des Johnson-Zählers 148 gebundenen Senderauslösesignals im Zeitabschnitt D, in welchem Umdrehungszahl und Phasenlage der Detektionsscheibe DS und damit die Position der Scheibe S stimmen.

Zu diesen genannten Impulsdigrammen ist nun noch ergänzend zu bemerken:

Durch den Quarzoszillator 139 und den Frequenzteiler 145 mit dem nachgeschalteten Johnson-Zähler 148 wird an dessen Ausgängen Q₀, Q₁, Q₂ und Q₃ ein exaktes Zeitraster gebildet.

Die Ablenkeinheit 102 (siehe Fig. 11a) ist über die Detektionsscheibe DS mit ihren durch die Lichtschranke LS erfassten Detektionsmarken DM frequenzmässig und phasenmässig über den Phasenkomparator 151, den Tiefpass 154, den Leistungsverstärker 156 und den Motor M in ein Regelsystem einbezogen.

Dieses Regelsystem umfasst den Phasenkomparator 151, in welchem die Drehzahl und die Phasenlage der Ablenkeinheit 102 in Beziehung gebracht wird zu dem genannten Zeitraster.

In Fig. 13 ist im Zeitabschnitt A gemäss Zeile e weder die Drehzahl der Scheibe S noch die Phasenlage des Ausgangssignals der Lichtschranke LS in Übereinstimmung mit dem Zeitraster. Demzufolge wird durch die Anordnung der Flip-Flops 158 und 160 und das UND-Tor 172 noch kein Senderauslösesignal freigegeben.

Im Zeitabschnitt B hat die Ablenkscheibe S zwar die gewünschte Drehzahl erreicht, und dadurch hat auch das Ausgangssignal der Lichtschranke LS gemäss Fig. 13, Zeile e die Sollfrequenz erreicht. Die Impulse der Lichtschranke eilen jedoch den Impulsen am Ausgang Q₁ des Johnson-Zählers noch zuviel nach. Der Kontrollausgang 164 des Phasenkomparators 151 ist deshalb zur Zeit der ansteigenden Flanke des Impulses am Ausgang Q₂ des Johnson-Zählers 148 noch auf logisch «0» und es liegt daher am Eingang 162 des Flip-Flops 160 der Wert logisch «0» und infolgedessen können am

Ausgang des UND-Tores 172 noch keine Senderauslöseimpulse erscheinen.

Im Abschnitt C hat zwar das Ausgangssignal der Lichtschranke LS immer noch die korrekte Frequenz, die gewünschte Phasenlage ist aber noch nicht erreicht, denn die Lichtschrankenimpulse der Zeile e eilen in diesem Abschnitt den Impulsen vom Ausgang Q₁ des Johnson-Zählers noch zuviel vor. Der Kontrollausgang 164 ist deshalb zur Zeit der ansteigenden Flanke des Impulses am Ausgang Q₀ des Johnson-Zählers bereits auf dem Wert logisch «0», und es wird daher dieser Wert an den Eingang 161 des Flip-Flops 158 abgegeben. Demzufolge vermögen die Impulse vom Ausgang Q₃ des Johnson-Zählers immer noch nicht bis zum Ausgang 174 des UND-Tores 172 zu gelangen.

Erst im Zeitabschnitt D ist bei korrekter Drehzahl der Scheibe S und entsprechend korrekter Frequenz der Impulse von der Lichtschranke LS auch der Phasenunterschied zwischen diesen Impulsen und den Impulsen am Ausgang Q₁ des Johnson-Zählers so klein, dass sowohl in das erste Flip-Flop 158 als auch in das zweite Flip-Flop 160 gleichzeitig der logische Zustand «1» eingegeben wird. Demzufolge sperrt nun das UND-Tor 172 nicht mehr und die vom Ausgang Q₃ des Johnson-Zählers 148 stammenden Impulse erscheinen nun als Senderauslösesignale am Ausgang 126A der Senderauslöse- und Antriebsregelschaltung 123 (vergleiche Fig. 11a).

Durch die strikte Bindung der Bewegung der Scheibe S an das genannte Zeitraster nimmt diese Scheibe zu den festen Zeitpunkten der Auslösung der Senderimpulse stets winkelmässig exakt definierte Stellungen ein. Die von der Lichtquelle L durch die Senderimpulse ausgelösten optischen, beispielsweise infraroten Impulse, werden daher durch die Scheibe S in ganz genau definierte Raumwinkelsektoren abgelenkt. Da im angenommenen Ausführungsbeispiel 600 Impulse pro Sekunde erzeugt werden und die Scheibe S sich mit 100 Umdrehungen pro Sekunde dreht, werden in sechs definierte Raumwinkelsektoren pro Sekunde je 100 Impulse ausgesandt. Bei Ausrichtung der Vorrichtung gegen ein bestimmtes Objekt, beispielsweise ein Auto, werden daher auf dem zu vermessenden Objekt beispielsweise gemäss Fig. 1b sechs Lichtflecke erzeugt. Ein Teil der ausgesandten Energie wird zur Vorrichtung zurückreflektiert, und aus der Laufzeit der dort empfangenen reflektierten Impulse können in bekannter Weise die momentanen Entfernungen zum vermessenen Objekt errechnet werden. Nachfolgend wird nun der Messablauf im einzelnen beschrieben.

Die Vorrichtung ist, wie erwähnt, vorzugsweise etwa in der Art einer Filmkamera gestaltet und hat ein vorzugsweise optisches Suchersystem bekannter Art, um die Vorrichtung beziehungsweise ihre Hauptstrahlrichtung möglichst exakt auf das zu vermessende Objekt auszurichten.

Sobald die Hauptstrahlrichtung der Vorrichtung genau auf die Frontseite eines sich nähernden Autos oder die Heckseite eines sich entfernenden Autos gerichtet ist, wird die Starttaste 129 (vergleiche Fig. 11a) gedrückt und dadurch ein Messablauf ausgelöst. Es ist wichtig, während des ganzen Messablaufs die Vorrichtung möglichst genau auf das zu vermessende Objekt ausgerichtet zu halten. Die Vorrichtung sollte also einem sich bewegenden Objekt nachgeführt werden unter möglicher Vermeidung von momentanen Lage-schwankungen der Vorrichtung. Eine handliche Gestaltung der Vorrichtung ist deshalb vorteilhaft. Dabei kann auch ein beispielsweise aus der Fotografie bekanntes, sogenanntes Einbeinstativ benutzt werden, um eine ruhigere Ausrichtung der Vorrichtung zu gewährleisten.

Mit dem Drücken der Starttaste 129 wird einem Eingang der Eingabe-Ausgabeeinheit 132 des Mikrorechners 120 (siehe Fig. 11a, 11b) ein Signal logisch «1» eingegeben. In der

Folge gibt der Mikrorechner an einen Start-Stop-Ausgang über die Leitung 125 ein Signal «1» an den Eingang 125A der Senderauslöse- und Antriebsregelschaltung 123 ab. Dadurch wird die Abgabe des frequenzgenauen Signals des Quarzoszillators 139 über das UND-Tor 142 in bereits anhand der Fig. 12 beschriebenen Weise zur Bildung des genannten exakten Zeitrasters freigegeben.

Der Antriebsmotor M der Ablenkeinheit 102 läuft an und mit dem Erreichen der Soll-Drehzahl und der exakten Phasenlage der Detektionsscheibe DS und damit der Scheibe S selbst werden in die vorgesehenen Raumwinkelsektoren RS die optischen Messstrahlen gesandt. Der Mikrorechner 120 verweilt seit der Erteilung des Startsignals über die Starttaste 129 in einer Warteschleife bis er an seinem diesbezüglichen Eingang den ersten Senderauslöseimpuls feststellt.

Eine kurze Zeitspanne nach Feststellung eines Senderauslöseimpulses, während welcher die Entfernungsmessschaltung 119 (siehe Fig. 11a) einen Entfernungsmesswert zum zu vermessenden Objekt bestimmt und als analoge Spannung an den Analog-Digital-Wandler 119A weitergibt, erteilt der Mikrorechner 120 dem Analog-Digital-Wandler 119A einen Umwandlungsbefehl. Wiederum eine gewisse Zeitspanne nach diesem Umwandlungsbefehl, während welcher der Analog-Digital-Wandler 119A den analogen Entfernungswert in einen Digital-Code umgewandelt hat, liest der Mikrorechner 120 den digitalisierten Entfernungswert ein.

Nach dem Einlesen eines Entfernungswertes werden damit verschiedene Operationen vom Mikrorechner 120 ausgeführt. Nach dem Ablauf dieser Operationen werden verschiedene Entscheidungen in Abhängigkeit von den gewonnenen Ergebnissen getroffen. Diese Operationen und Entscheidungen werden später im einzelnen beschrieben. Hier sei nur erwähnt, dass diese Folge von Operationen und Entscheidungen nur eine bestimmte Zeitspanne beanspruchen dürfen, nämlich bis zum Eintreffen des nächstfolgenden Senderauslöseimpulses. Nach Ablauf der genannten bestimmten Zeitspanne für den kurzen Datenverarbeitungsprozess geht der Mikrorechner 120 wieder in eine Warteschleife über, bis er einen nächsten Auslöseimpuls feststellt.

Es ist dabei im Prinzip möglich, vor allem in der Zeit unmittelbar nach dem Erreichen der Frequenz- und Phasensynchronisation der Scheibe S, dass einzelne oder mehrere Impulse der Impulsreihe durch die beschriebene Regelschaltung gesperrt werden wegen kurzzeitiger Abweichungen der Antriebsregelung. Ein solches Fehlen von Impulsen muss vom Mikrorechner festgestellt werden, da sonst die Zuordnung von eingelesenen Entfernungsmesswerten zu bestimmten Raumwinkelsektoren und ihren zugehörigen Messkanälen fragwürdig oder unmöglich würde.

Die Arbeitsweise der Vorrichtung, soweit sie durch den Mikrorechner 120 gesteuert ist, wird nachfolgend auch anhand von Flussdiagrammen erläutert.

Die jeweilige Zeitdauer eines Verweilens des Mikrorechners 120 in einer Warteschleife wird von der Vorrichtung intern gemessen, beispielsweise durch Inkrementieren, d.h. Aufaddieren beziehungsweise durch Auffüllen eines Registers. Nach Eintreffen eines Senderauslöseimpulses wird die abgelaufene Wartezeit überprüft und dabei festgestellt, ob und wenn ja, wieviele Impulse allenfalls gefehlt haben.

Die eingelesenen Entfernungsmesswerte werden, wie noch beschrieben wird, vom Mikrorechner 120 den einzelnen Messkanälen zugeordnet und verarbeitet. Nach Erfüllung bestimmter Kriterien, beispielsweise bezüglich Zuverlässigkeit, können aus diesen Entfernungsmesswerten und zugehörigen abgelaufenen Zeitspannen die betreffenden Geschwindigkeitsmesswerte bestimmt und ausgegeben werden.

Bei der Errechnung eines Geschwindigkeitswertes ist dabei von grosser Bedeutung, dass die Entfernungsmesswerte eine

genaue zeitliche Äquidistanz aufweisen. Weil dem Sender von der Senderauslöse- und Antriebsregelschaltung 123 (vergleiche Fig. 11a, b) eine Senderauslöseimpulsfolge, welche bekannte und konstante Zeitintervalle zwischen den einzelnen Impulsen aufweist, zugeführt wird, trifft diese Bedingung der zeitlichen Äquidistanz zu.

Der Antrieb der Ablenkeinheit ist zwar phasenstarr mit der Senderauslöseimpulsfolge gekoppelt, kleine Fehler im Synchronlauf führen jedoch dazu, dass die Richtungen der Messstrahlen beziehungsweise die sich ergebenden Raumwinkelsektoren lagemässig nicht ganz exakt wiederholt werden. Das Lichtfleckmuster auf dem vermessenen Objekt wird sich daher durch solche Fehler im Synchronlauf geringfügig räumlich verdrehen. Solange diese Verdrehungen im Verhältnis zu den tatsächlichen Abmessungen des Lichtfleckmusters geringfügig sind, sind auch ihre Auswirkungen praktisch bedeutungslos. Würden jedoch die Verdrehungen zu gross, so würden sie von der Senderauslöse- und Antriebsregelschaltung 123 erfasst, und es würde die Senderauslöseimpulsfolge vorübergehend gesperrt, bis eine ausreichende Synchronizität wiederhergestellt ist.

Eine in Gang gesetzte Messung wird nach Erfüllen beziehungsweise Nichterfüllen bestimmter Kriterien als erfolgreich beziehungsweise als erfolglos abgebrochen. Der Start-Stop-Ausgang des Mikrorechners 120 beziehungsweise die Leitung 125 wird dabei auf logisch «0» gebracht. Die Senderauslöseimpulsfolge wird somit abgebrochen, und der Motor M der Antriebseinheit 102 wird nicht mehr weiter mit Strom versorgt, so dass die Vorrichtung ihren Ruhezustand wieder erreicht.

Für ein Ausführungsbeispiel mit sechs Raumwinkelsektoren und entsprechend sechs Messkanälen werden nunmehr die zugehörigen Programme beziehungsweise Flussdiagramme erläutert.

Die Fig. 14-1/14-2 zeigt ein Flussdiagramm des Hauptprogramms für eine sechskanalige Messung. Der darin dargestellte Ablauf ist wie folgt erläutert: Im Ruhezustand wird fortwährend der mit der Starttaste 129 verbundene Eingang des Mikrorechners 120 auf seinen Zustand abgefragt.

Solange diese Starttaste 129 nicht gedrückt ist, verweilt die Vorrichtung in ihrem Ruhezustand.

Beim Drücken der Starttaste 129 ändert sich am genannten Eingang der logische Zustand, und diese Änderung wirkt als Signal für den Beginn einer Messung.

Als erstes wird hierauf eine sogenannte Initialisierung vorgenommen. Dabei werden alle für die Datenverarbeitung benötigten Speicherplätze im Schreib-Lesespeicher 136 gelöscht. Beispielsweise wird die von der vorangehenden Messung stammende Geschwindigkeitsanzeige gelöscht, und ein Zeitgeber wird zurückgestellt. Über die Start-Stopleitung 125 (siehe Fig. 11a) wird ein Signal logisch «1» an die Senderauslöse- und Antriebsregelschaltung 123 abgegeben, so dass – wie früher erwähnt – der Motor M der Ablenkeinheit 102 anläuft.

Als nächstes wird die Senderauslöseleitung 126 überprüft, beziehungsweise ein auftretendes Senderauslösesignal eingelesen. Nach jeder solchen Überprüfung wird ein im Mikrorechner 120 vorhandener Zeitgeber um eine Einheit inkrementiert. Sobald ein Senderauslöseimpuls festgestellt wird, gibt der Zählerstand dieses Zeitgebers Aufschluss über die verstrichene Wartezeit bis zum Eintreffen dieses Senderauslöseimpulses. Dieser Zählerstand wird, wie später erläutert wird, in einem Sortierprogramm benötigt.

Nach einer bestimmten Zeitspanne ΔT_1 nach der Feststellung eines Senderauslöseimpulses wird dem Analog-Digital-Wandler 119A vom Mikrorechner 120 ein Umwandlungsbefehl erteilt. Nach Ablauf einer weiteren Zeitspanne ΔT_2 wird vom Mikrorechner 120 der dann vom Analog-Digital-

Wandler 119A abgegebene digitalisierte Entfernungswert eingelesen. Nun stellt sich die Aufgabe, den eingelesenen Entfernungswert dem richtigen Messkanal MK zuzuordnen. Diese Zuordnung erfolgt im Ablauf des weiter unten erläuterten Sortierprogramms.

Nachdem im Ablauf dieses Sortierprogramms die zum letzten Entfernungsmesswert gehörende Kanalnummer K bestimmt worden ist, kann dieser Entfernungsmesswert ausgewertet werden. Dies geschieht nach dem weiter unten erläuterten Kanalauswertungsprogramm. Dabei wird der zuletzt erhaltene Entfernungsmesswert in Beziehung gebracht zu den bereits im selben Kanal erhaltenen, mittlerweile gespeicherten Entfernungsmesswerten. Nach dieser Auswertung des Entfernungsmesswertes wird die bis dahin im jeweiligen Kanal eingetroffene und ausgewertete Information nach verschiedenen Kriterien geprüft. Dieser Programmteil wird mit «Kanalkriterien» bezeichnet, und er wird weiter unten erläutert.

Die Zusammenfassung der bis dahin über sämtliche Messkanäle erhaltenen Information und deren Beurteilung nach bestimmten weiteren Kriterien findet im Programmteil «Messkriterien» statt.

In diesem Programmteil wird entschieden, ob die Messung weitergeführt werden soll, oder ob sie erfolgreich oder ergebnislos abzuschliessen sei. Soll die Messung weitergeführt werden, wird ein «Messabschlussflag = 0» gesetzt. Soll die Messung hingegen abgeschlossen werden, wird dieses «Messabschlussflag = 1» gesetzt.

Ergibt die Beurteilung, dass die Messung weiterzuführen ist, dann wird der erwähnte Zeitgeber gelöscht, und es wird ein neuer Messablauf eingeleitet. Nach Feststellung des nächsten Senderauslöseimpulses wird derselbe Weg, wie vorstehend beschrieben, nochmals beschritten. Ist hingegen die Messung abgebrochen, so wird auf die Start-Stop-Leitung 125 ein Signal logisch «0» ausgegeben, und die Vorrichtung wird dann in den Ruhezustand zurückversetzt.

Fig. 14A-1/14A-2 zeigt ein Flussdiagramm des Hauptprogramms für eine einkanalige Messung.

Fig. 15 zeigt ein Flussdiagramm des vorstehend erwähnten Sortierprogramms. Wie bereits erwähnt, erfüllt das Sortierprogramm die Aufgabe, den zuletzt eingelesenen Entfernungsmesswert dem richtigen Kanal zuzuordnen. Im Normalfall gehören aufeinanderfolgende Entfernungsmesswerte zu zyklisch aufeinanderfolgenden Kanälen. Vor allem in der Anfangsphase einer Messung, das heisst dann, wenn die Drehzahlregelung der Ablenkeinheit noch nicht ganz ihren stabilen Zustand erreicht hat, kann es beispielsweise durch Überspringen des Regelvorganges vorkommen, dass wegen momentan auftretenden, zu grossen Abweichungen eine oder mehrere Entfernungsmessungen ausgelassen werden zufolge Unterdrückung der betreffenden Senderauslöseimpulse. Auch ein allfälliges Missachten von Detektionsmarken DM auf der Detektionsscheibe DS durch die Lichtschranke LS würde zur Unterdrückung entsprechender Sender-Auslöseimpulse führen, so dass Lücken in der Sende-Auslöseimpulsfolge auftreten könnten. Solche Lücken müssen unbedingt erkannt werden, um in der Kanalzuzuordnung der anfallenden Messwerte berücksichtigt zu werden.

Das Sortierprogramm, siehe Fig. 15, funktioniert wie folgt: Zuerst wird die Kanalnummer um eine Einheit erhöht und sichergestellt, dass auf die Nummer sechs die Nummer eins folgt. Hierauf wird der Inhalt des Zeitgebers eingelesen. Ist dieser Inhalt grösser als $6 \times \Delta T$, wobei ΔT dem normalen Zeitintervall der Sender-Auslöse-Impulsfolge, d.h. der Zeitspanne von Impuls zu Impuls entspricht, so handelt es sich höchstwahrscheinlich um den ersten Senderauslöseimpuls einer Messreihe. In diesem Fall werden die Messnummern N_K aller Kanäle ($K = 1$ bis 6) auf Null ($\emptyset$) und die Kanal-

nummer K auf den Wert eins gesetzt. War hingegen der Zeitgeberinhalt kleiner als $6 \times \Delta T$, wird geprüft, ob er grösser ist als ΔT . Ist dies der Fall, so befand sich eine Lücke in der erfassten Sender-Auslöse-Impulsfolge, und es fehlt demnach ein Entfernungsmesswert im vorliegenden Kanal. In einem solchen Fall muss die Messreihe in diesem Kanal wieder neu angefangen werden, wobei auch jene vorher in diesem Kanal eingelesenen Messwerte, welche die nachfolgend beschriebene Zuverlässigkeitsprüfung noch nicht bestanden haben, gelöscht werden. Die Messnummer des überprüften Messkanals wird daher wieder auf Null ($\emptyset$) gesetzt. Anschliessend wird die Messnummer zyklisch erhöht, weil der vorliegende Messwert wegen der festgestellten Lücke einem nachfolgenden Kanal zugeordnet werden muss. Der Zeitgeberstand wird dann um den Betrag ΔT vermindert, und der Vergleich des Zeitgeberstandes oder -Inhaltes mit dem Wert ΔT wird wiederholt.

Handelt es sich bei einer festgestellten Lücke in einer Senderauslöseimpulsfolge um das Fehlen mehrerer aufeinanderfolgender Impulse, so wird auch jetzt, d.h. nach der Subtraktion von ΔT festgestellt werden, dass der Zeitgeberinhalt grösser ist als ΔT . Ein weiteres Mal muss daher die Messnummer des vorliegenden Kanals auf den Wert Null ($\emptyset$) gesetzt werden und die Kanalnummer zugleich erhöht werden. Dieser Prozess wird automatisch weitergeführt, bis eine der tatsächlichen Grösse der Lücke in der Impulsfolge entsprechende Zahl von Kanälen durchlaufen worden ist. Ist dies erreicht, so ist der Zeitgeberinhalt kleiner als ΔT , und daher ist die Nummer K des Kanals, welchem der letzte Entfernungsmesswert zugeordnet werden muss, erreicht worden. Diese Nummer K stellt das Ergebnis des Sortierprogramms dar, und mit dieser Nummer im betreffenden Speicherplatz findet anschliessend der Rücksprung in das Hauptprogramm statt.

Nachdem nun die Kanalnummer ermittelt worden ist, erfolgt die Kanalauswertung gemäss dem Flussdiagramm Fig. 16-1/16-2.

Der zuletzt gemessene Entfernungswert wird mit den zuvor im gleichen Kanal gemessenen Entfernungswerten zu einem Gesamtergebnis verarbeitet. Als erstes wird geprüft, ob der gemessene Entfernungswert innerhalb eines zuvor angenommenen Messbereiches liegt. Dieser angenommene Messbereich umfasst jenen Distanzbereich, innerhalb welchem in einem gegebenen Fall sinnvolle Messungen erwartet werden können. Beispielsweise umfasst dieser angenommene Messbereich Entfernungswerte innerhalb 30 m bis 200 m.

Liegt eine gemessene Entfernung ausserhalb dieses angenommenen Bereiches, so wird auf deren weitere Auswertung verzichtet, und es erfolgt sofort ein Rücksprung in das Hauptprogramm. Liegt die gemessene Entfernung jedoch innerhalb des angenommenen Messbereiches, so wird zuerst die Messnummer des betreffenden Kanals N_K um eine Einheit erhöht. Falls dadurch $N_K = 1$ wird, handelt es sich offensichtlich um die erste Messung innerhalb einer geschlossenen Gruppe von Messungen dieses Kanals, und es wird nach Speicherung dieses ersten Entfernungsmesswertes E_{K1} ein Rücksprung ins Hauptprogramm vollzogen.

Falls jedoch $N_K \neq 1$, so wird die Differenz zwischen E_{K_N} und dem vorher im selben Kanal gemessenen Entfernungsmesswert $E_{K_{N-1}}$, also ΔE_{K_N} gebildet und gespeichert. Ist dies erfolgt, so kann der vorherige Wert $E_{K_{N-1}}$ gelöscht werden. Hingegen bleibt E_{K_N} gespeichert für die entsprechende Bildung eines Differenzwertes nach dem Eintreffen des nächsten Entfernungsmesswertes.

Falls $N_K = 2$, ist jetzt nur ein Entfernungsdifferenzwert ΔE_{K_2} vorhanden, welcher nun als Summe der bisher gebildeten Entfernungsdifferenzwerte $\Sigma \Delta E_{K_2}$ gespeichert wird. In

diesem Falle wird nachher direkt der Rücksprung ins Hauptprogramm ausgeführt.

Falls $N_K \neq 2$, so wird zuerst geprüft, ob der neugebildete Differenzwert ΔE_{K_N} nicht stärker vom Durchschnitt der zuvor im gleichen Kanal gemessenen Differenzwerte abweicht, als dies durch die Entfernungsmesstoleranz bedingt sein könnte.

Hierzu wird nun der Durchschnitt der zuvor gemessenen Differenzwerte

$$\overline{\Delta E_{K_{N-1}}} = \frac{\Sigma E_{K_{N-1}}}{N-2}$$

gebildet. Ist der Absolutwert der Differenz

$$|\overline{\Delta E_{K_{N-1}}} - \Delta E_{K_N}|$$

kleiner als die durch die Entfernungsmessung bedingte Toleranz, so bildet der neugebildete Differenzwert ΔE_{K_N} eine homogene Gruppe mit den vorher gebildeten Differenzwerten ΔE_{K_2} bis $\Delta E_{K_{N-1}}$, und er kann daher in diese Gruppe aufgenommen werden.

Es wird dann die neue Differenzwertsumme

$$\Sigma \Delta E_{K_N} = \Sigma \Delta E_{K_{N-1}} + \Delta E_{K_N}$$

gebildet, welche bei der Prüfung des nächsten Differenzwertes im gleichen Kanal massgebend für dessen Aufnahme in die homogene Gruppe ist. Anschliessend wird der Rücksprung ins Hauptprogramm vollzogen.

Ist der Absolutwert der Differenz

$$|\overline{\Delta E_{K_{N-1}}} - \Delta E_{K_N}|$$

grösser als die durch die Entfernungsmessung bedingte Toleranz, so liegt eine zur Entfernungsmessung zusätzliche Fehlerquelle vor, wahrscheinlich durch das nicht lückenlose optische Verfolgen des zu vermessenden Objektes verursacht. Dabei hat der Messstrahl, auf welchem der genannte Fehler beruht, bei der letzten Entfernungsmessung einen anderen Teil des zu vermessenden Objektes getroffen, als anlässlich der früheren Entfernungsmessungen über diesen Messkanal. Der neue Differenzwert ΔE_{K_N} ist in diesem Falle nicht homogen mit den vorher gebildeten Differenzwerten ΔE_{K_2} bis $\Delta E_{K_{N-1}}$ und kann deswegen nicht in die Gruppe dieser Differenzwerte aufgenommen werden.

Was nun mit dieser verbleibenden Gruppe von Differenzwerten ΔE_{K_2} bis $\Delta E_{K_{N-1}}$ geschieht, ist abhängig von der Anzahl von Differenzwerten in dieser Gruppe ($N - 2$). Im vorliegenden Beispiel wird eine Gruppengrösse von acht Elementen bei $N_K = 10$ für die Bildung eines Beitrages zu einem gespeicherten Teilresultat $\Sigma \Delta E_{K_M}$ als gerade noch zu klein angenommen.

Erst wenn N_K grösser als 10 ist, wird in diesem Falle eine Gruppe von Differenzwerten als gross genug erachtet zur Bildung eines repräsentativen Beitrages für die Gesamtmessung. Bei kleineren Gruppen könnte nämlich der Zufall eine zu grosse Rolle spielen. Die tatsächliche Wahl dieser Gruppengrösse hängt jedoch von den jeweiligen Anforderungen an die Messgenauigkeit ab. Wesentlich ist dabei die Erkenntnis, dass nur grössere homogene Gruppen, basierend auf einer unmittelbar aufeinanderfolgenden Reihe von Messwerten zum Endresultat der Messung beitragen dürfen.

Abhängig von der Grösse der bis jetzt gespeicherten Gruppe wird nun die gespeicherte Summe $\Sigma \Delta E_{K_M}$ abhängig von der Grösse der Gruppe, um $\Sigma \Delta E_{K_{N-1}}$ erhöht, beziehungsweise nicht erhöht. Im ersten Fall wird der Betrag M_K , das heisst die Anzahl der für die gespeicherte Summe berücksichtigten Entfernungswerte um N_{K-1} erhöht. In beiden Fällen

wird vor dem Rücksprung ins Hauptprogramm die Messnummer des vorliegenden Kanals N_K auf Null ($\emptyset$) gesetzt, so dass weitere Messungen nur zur Bildung einer neuen Gruppe beitragen können.

- 5 Die Fig. 17 zeigt ein Flussdiagramm, nach welchem die gemäss bisheriger Beschreibung in einem Messkanal gewonnene Information nun nach verschiedenen Kriterien beurteilt wird, um zuverlässig bestimmten aus der Praxis sich ergebenden Anforderungen zu genügen. Ein erstes Kriterium 10 stellt das Erreichen einer bestimmten Anzahl M_K von Entfernungsdifferenzwerten dar, welche nach bestandener Homogenitätsprüfung zur gespeicherten Summe $\Sigma \Delta E_{K_M}$ beitragen konnten.

Im vorliegenden Beispiel wurde dafür die Anzahl von ein- 15 hundert Messungen angenommen. Die Grösse dieser Anzahl hängt einerseits ab von der aus technischen Gründen erreichbaren Genauigkeit der einzelnen Entfernungsmesswerte und andererseits von der zulässigen Toleranz für den schliesslich zur Anzeige gelangenden Geschwindigkeitsmesswert.

- 20 Ist in einem praktischen Fall die geforderte Anzahl M_K von mindestens innerhalb von Gruppen aufeinanderfolgenden homogenen Entfernungsmesswerten zustande gekommen, so kann darauf basierend ein auf den betreffenden Messkanal bezogenes Endresultat für einen zuverlässigen Geschwindigkeitsmesswert des vermessenen Objektes gebildet werden. 25 Zur Bildung dieses zuverlässigen Geschwindigkeitsmesswertes aus den Messungen über einen bestimmten Messkanal wird die gespeicherte Summe $\Sigma \Delta E_{K_M}$ dividiert durch die Anzahl M_{K-1} der bis dahin ermittelten Entfernungsdifferenz- 30 werte und durch die für die Bildung eines Entfernungsdifferenzmesswertes jeweils benötigte Zeitspanne ΔT . Dadurch kommt für den betrachteten Messkanal K ein brauchbares Ergebnis zustande, was im Rechenprozess des Mikrorechners durch das Setzen eines «Ergebnisflag = 1» zum Ausdruck 35 gebracht wird. Anschliessend erfolgt der Rücksprung ins Hauptprogramm.

Aus dem Flussdiagramm von Fig. 17 erkennt man, dass im Falle, wo M_K nicht grösser als einhundert ist, als weiterer Schritt geprüft wird, ob N_K , das ist die Anzahl Messungen, 40 welche in der laufenden Gruppe des Kanals K bis zu diesem Zeitpunkt eingelesen worden sind, wenigstens grösser als 10 ist. Ist dies der Fall, so wird weiter geprüft, ob $M_K + N_K$ grösser als einhundert ist, und wenn dies zutrifft, so wird im folgenden Schritt der für den betrachteten Kanal K sich erge- 45 bende Geschwindigkeitsmesswert nach der Formel

$$V_K = \frac{\Sigma \Delta E_{K_M} + \Sigma \Delta E_{K_N}}{(M_K + N_K - 1) \cdot \Delta T}$$

- 50 gebildet und als Ergebnis dieses Kanals gespeichert und durch das Setzen des «Ergebnisflag Kanal K = 1» markiert. Anschliessend erfolgt der Rücksprung ins Hauptprogramm.

Ist hingegen im Ablauf gemäss dem Flussdiagramm von Fig. 17 die Bedingung N_K grösser als 10 nicht erfüllt, so besteht trotzdem noch eine Chance der Bildung eines zuverlässigen Geschwindigkeitsmesswertes V_K , wenn nämlich wenigstens die bisher gespeicherte Summe von Entfernungsdifferenzwerten $\Sigma \Delta E_{K_M}$ einen bestimmten Minimalwert erreicht hat. Die Grösse dieses Minimalwertes hängt ab von 60 der Genauigkeit der Entfernungsmessung einerseits und von der zulässigen Toleranz für den zu ermittelnden Geschwindigkeitsmesswert andererseits.

Der Wert 20 m ist hier als praktisch sinnvoller Wert angenommen worden. Die Erfüllung dieser Bedingung bedeutet, 65 dass das vermessene Objekt während der Summe der Zeitspannen, in welchen die zugehörigen Entfernungsdifferenzwerte ΔE_{K_M} zustande kamen, eine Wegstrecke von mindestens 20 m zurückgelegt hat.

Schnelle Fahrzeuge legen bis zur Erreichung einer gegebenen Anzahl von gespeicherten Entfernungsdifferenzwerten M_K eine grössere Strecke zurück als langsame Fahrzeuge. Für die Toleranz des Endresultates muss die während der Messung zurückgelegte Strecke bezogen werden auf die Toleranz der Entfernungsmessung. Während nun für langsame Fahrzeuge eine absolute Toleranz der Geschwindigkeitsmessung erreicht wird beim Erreichen einer bestimmten Anzahl M_K von homogenen Entfernungsdifferenzmessungen, wird für schnelle Fahrzeuge eine zur Geschwindigkeit relative Mess-
 5 toleranz erreicht nach Erreichen einer bestimmten Grösse der gespeicherten Summe von homogenen Entfernungsdifferenzen $\Sigma \Delta E_{K_M}$. Falls die Bedingung N_K grösser als zehn erfüllt ist, wird, zur Bestimmung der Wegstrecke, über welche zuverlässige (homogene) Entfernungsdifferenzwerte zustan-
 10 dekamen, $\Sigma \Delta E_{K_M} + \Sigma \Delta E_{K_N}$ herangezogen.

Wenn daher die Bedingung M_K grösser als einhundert, oder die Bedingung $M_K + N_K$ grösser als einhundert nicht erfüllt wird, kann noch die Bedingung $\Sigma \Delta E_{K_M}$ grösser 20 m oder dann die Bedingung $\Sigma \Delta E_{K_M} + \Sigma \Delta E_{K_N}$ grösser 20 m auf Erfüllung geprüft werden. Wird eine dieser Bedingungen erfüllt, so lässt sich immer noch ein zuverlässiger Geschwindigkeitswert V_K für den betreffenden Kanal bestimmen.

Durch die eben beschriebenen Massnahmen wird erreicht, dass ein Geschwindigkeitsmesswert aus zahlreichen Messresultaten, die aus einem bestimmten Messkanal M_K stammen, mit unter den praktischen Verhältnissen grösstmöglicher Zuverlässigkeit gebildet wird. So werden innerhalb des Geschehens in diesem Messkanal die möglichen Vorkehrungen getroffen, dass trotz der praktisch unvermeidlichen Sprünge des Messstrahls nach unterschiedlichen Reflexions-
 25 stellen auf dem zu vermessenden Objekt keine Beeinträchtigung der Genauigkeit des Ergebnisses und damit der Zuverlässigkeit des schliesslich errechneten Geschwindigkeitsmesswertes auftreten.

Da ein gemessener Geschwindigkeitswert, wenn er eine unzulässige Überschreitung einer vorgeschriebenen Höchstgeschwindigkeit anzeigt, Straffolgen für den betreffenden Fahrer nach sich ziehen kann und diese Straffolgen Gegenstand eines gerichtlichen Verfahrens werden können, reicht in vielen Fällen die blosse Zuverlässigkeit allein nicht aus. Es muss nämlich ein höherer Grad an rechtlicher Verbindlichkeit des zur Anzeige gelangenden, am vermessenen Objekt, beziehungsweise Fahrzeug festgestellten Geschwindigkeitswertes angestrebt werden.

Durch weitere Massnahmen wird diese höhere Verbindlichkeit erzielt. Schon bisher hatte man bei der Anwendung beispielsweise von Doppler-Radargeschwindigkeitsmessgeräten im Interesse einer Steigerung dieser Verbindlichkeit darauf verzichtet, alle diejenigen Messresultate anzuzeigen, welche berechnete Zweifel über ihre Gültigkeit aufkommen liessen. Das führte jedoch dazu, dass ein oft unerwünscht grosser Prozentsatz von Verkehrssündern wegen möglicher Anfechtbarkeit der betreffenden Messung nicht zur Verzei-
 30 gung gebracht wurde.

Der Sinn der früher beschriebenen mehrkanaligen Messung, beispielsweise mittels sechs Messkanälen, welche gesamthaft das zu vermessende Objekt, beziehungsweise Fahrzeug erfassen, liegt nun eben darin, das Messresultat aus einem Kanal durch mindestens ein weiteres gleiches Messresultat aus einem weiteren, das heisst anderen Messkanal, bestätigen zu lassen.

Mit der zuvor beschriebenen, mehrkanaligen Messvorrichtung, bei welcher zyklisch in einer Reihe von Messkanälen Messstrahlen zum zu vermessenden Objekt ausgesandt und Reflexionen an diesem in den verschiedenen Messkanälen ausgewertet werden, gelingt es einerseits weitere Fehlerquellen, welche die Verbindlichkeit eines angezeigten Mess-

resultates in Frage stellen könnten, zu eliminieren und andererseits Messungen aus mindestens einem weiteren Messkanal als Bestätigung oder gar mehrfachen Bestäti-
 5 gungen der Messungen aus dem ersten Kanal zu benützen.

Als solche Fehlerquellen müssen die Möglichkeiten betrachtet werden, dass Messstrahlen, welche zwar zum bestimmten beweglichen Objekt gerichtet werden, zufolge mindestens zeitweiser Richtungsschwankungen, beziehungsweise ungenauer optischer Ausrichtung der Vorrichtung auf
 10 dieses Objekt, an diesem vorbeilaufen und gegebenenfalls an einem anderen beweglichen Objekt oder Fahrzeug reflektiert werden. Ein solches anderes Fahrzeug könnte beispielsweise ein Fahrzeug sein, welches das gewünschte Fahrzeug eben überholt und daher eine höhere Geschwindigkeit aufweist als
 15 dieses.

Würden nun unerkannterweise Messresultate von einem oder gar mehreren anderen Kanälen ein solches Fahrzeug treffen, so könnte, ohne besondere Massnahmen, der die Messung ausführende Beamte unbeabsichtigt falsche
 20 Geschwindigkeitsmesswerte dem von ihm vermeintlich verfolgten Fahrzeug, beziehungsweise Fahrer, zuordnen, was natürlich nicht geschehen darf.

Bei der nunmehr anhand des Flussdiagramms gemäss Fig. 18 zu beschreibenden, beispielsweise sechskanaligen, Mes-
 25 sung, geht man wie folgt vor:

Zuerst wird geprüft, ob aus ausreichend vielen, beispielsweise mindestens zwei verschiedenen Messkanälen, zuverlässige Geschwindigkeitswerte zustandegekommen sind. Wenn diese Bedingung nicht erfüllt ist, wird entschieden, ob die
 30 betreffende Messung weitergeführt werden soll, oder ob sie als ergebnislos abzubrechen ist.

Zuerst wird daher geprüft, ob und wenn ja, wieviele «Kanalergebnisflags = 1» gesetzt worden sind, mit anderen Worten, in wievielen Kanälen ein zuverlässiger Messwert
 35 zustandegekommen ist.

Sind weniger als beispielsweise zwei solche «Kanalergebnisflags = 1» gesetzt worden, so wird weiter geprüft, wie lange die betreffende Messung bereits im Gange ist. Als eine annehmbare Grenze hierfür wird beispielsweise eine Zeit-
 40 spanne von zwei Sekunden angenommen. Je nach Anwendungsfall kann aber auch eine andere Zeitspanne sinnvoll sein.

Wurde nun im vorliegenden Fall bereits während zwei Sekunden gemessen, ohne dass ein zuverlässiger Messwert
 45 zustandegekommen ist, dann wird die laufende Messung als ergebnislos abgebrochen. Dieser Tatbestand wird dem die Vorrichtung Bedienenden durch eine besondere Anzeige, beispielsweise ein Signallicht oder durch Ausgabe eines fiktiven Geschwindigkeitswertes Null, angezeigt. Vor dem Rück-
 50 sprung ins Hauptprogramm wird ein «Messabschlussflag = 1» gesetzt.

Das früher beschriebene Hauptprogramm, siehe Flussdiagramm Fig. 14, prüft dieses «Messabschlussflag» und bestimmt aufgrund von dessen Wert den weiteren Funktions-
 55 ablauf.

Wurde die angenommene Messzeitspanne von zwei Sekunden noch nicht überschritten, so wird das «Messabschlussflag» vor dem Rücksprung ins Hauptprogramm (Fig. 14) auf Null ($\emptyset$) gesetzt.

Waren jedoch zwei oder mehr «Kanalergebnisflags = 1» gesetzt, so werden nun die entsprechenden Kanalergebnisse miteinander verglichen. Werden dabei Abweichungen festgestellt, welche nicht durch die normalen Messtoleranzen
 65 erklärbar sind, so wird angenommen, dass mindestens zwei bewegte Objekte, also Fahrzeuge, während des Messablaufes von der Vorrichtung, beziehungsweise ihren Messstrahlen, mindestens zeitweise erfasst worden sind.

Die unterschiedlichen Fahrzeuge wurden zwar pro Kanal zuverlässig gemessen, eine eindeutige Zuordnung der betreffenden Messresultate zu einem bestimmten anvisierten Fahrzeug ist jedoch nicht möglich oder gewährleistet.

Aus Gründen der dann unzulänglichen Verbindlichkeit des Messresultates werden in diesem Fall daher alle diese Messresultate annulliert, beziehungsweise gelöscht. Auch in diesem Falle wird dem Bedienenden der Vorrichtung eine erfolglose Messung signalisiert. Auch jetzt wird vor dem Rücksprung ins Hauptprogramm (Fig. 14) das «Messabschlussflag = 1» gesetzt.

Sind hingegen die beim Vergleich der Messresultate aus verschiedenen Kanälen festgestellten Abweichungen so klein, dass sie auf die an sich bekannte Messtoleranz zurückgeführt werden können, so handelt es sich um eine verbindliche Messung eines einzigen Fahrzeuges. Die Zuordnung eines verbindlichen Geschwindigkeitsmesswertes zu dem in der Visiereinrichtung der Vorrichtung erkennbaren Fahrzeug ist somit einwandfrei gewährleistet.

Anschliessend wird nun aus denjenigen Messwerten, die aus den Kanälen stammen, die diese Prüfung bestehen, der Durchschnittswert gebildet und dieser in der Anzeigeeinrichtung als verbindlicher Geschwindigkeitsmesswert des vermessenen Fahrzeuges angezeigt.

Das «Messabschlussflag» wird gleich 1 gesetzt und der Rücksprung ins Hauptprogramm gemäss Fig. 14 vollzogen.

Wie bereits früher erwähnt, ist schon mit einer Erfassung des bewegten Objektes über nur einen Messkanal eine gegenüber dem Stand der Technik beträchtlich höhere Zuverlässigkeit der Geschwindigkeitsmessung zu erreichen. In bestimmten Anwendungsfällen, beispielsweise bei Messung

über Distanzen bis etwa 100 m, ist es durchaus möglich, bei sorgfältiger Handhabung der Vorrichtung das Problem der richtigen Zuordnung von Messwert zu Fahrzeug zu beherrschen. Dies ist nämlich dann der Fall, wenn dank hochwertiger Optik ein im Verhältnis zur Fahrzeugsilhouette kleiner Lichtfleck auf dem zu vermessenden Fahrzeug abgebildet wird und wenn auch die Visiereinrichtung eine gute Beobachtung des zu vermessenden und optisch zu verfolgenden Fahrzeuges erlaubt.

Eine solche einkanalige Vorrichtung erfordert einen bescheidenen technischen Aufwand und kann daher für gewisse Fälle durchaus vorteilhaft sein.

Fig. 19 zeigt ein für den Fall der einkanaligen Messung aufgestelltes Flussdiagramm für die anzulegenden Messkriterien.

Zuerst wird geprüft, ob das «Ergebnisflag» des nun einzigen Messkanals bereits gesetzt ist. Trifft dies zu, so wird der ermittelte Geschwindigkeitswert zur Anzeige gebracht und das «Messabschlussflag = 1» gesetzt. Daraufhin erfolgt der Rücksprung ins Hauptprogramm (siehe Fig. 14a).

Wurde hingegen das «Ergebnisflag» noch nicht = 1 gesetzt, so wird die bis zu diesem Zeitpunkt verstrichene Messzeit geprüft. Hat die verstrichene Messzeit eine Limite von beispielsweise 2 Sek. überschritten, so wird die Messung als erfolglos signalisiert, zum Beispiel wird der fiktive Wert Null (Ø) ausgegeben. Vor dem Rücksprung ins Hauptprogramm (siehe Fig. 14a) wird das «Messabschlussflag = 1» gesetzt. Wurde hingegen die genannte Limite bezüglich der Messzeit noch nicht erreicht, so wird die Messung weitergeführt. Hierzu wird vor dem Rücksprung ins Hauptprogramm das «Messabschlussflag = 0 (Ø)» gesetzt.

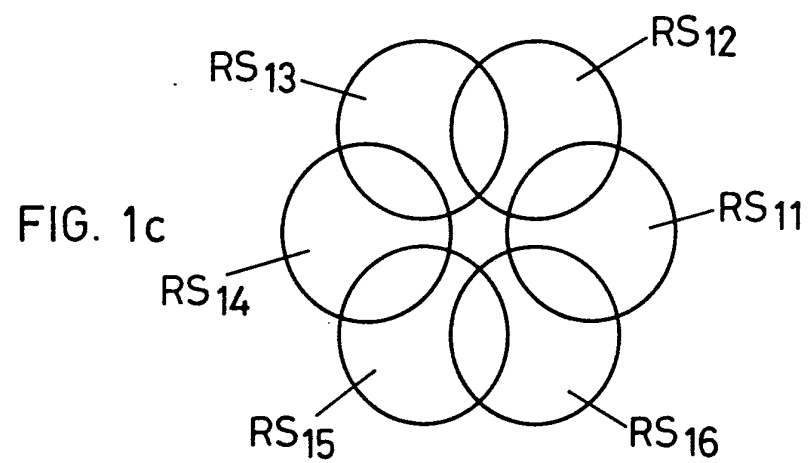
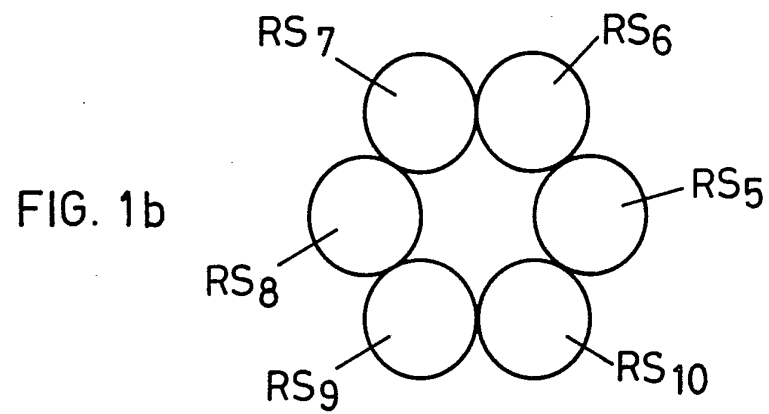
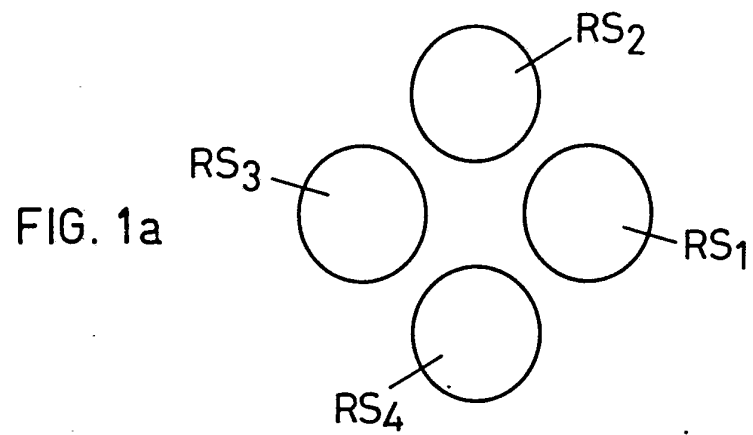


FIG. 1

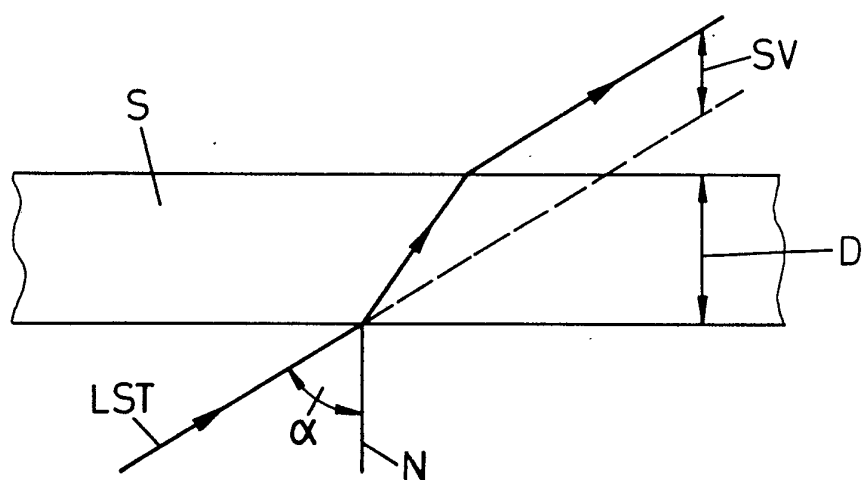


FIG. 2

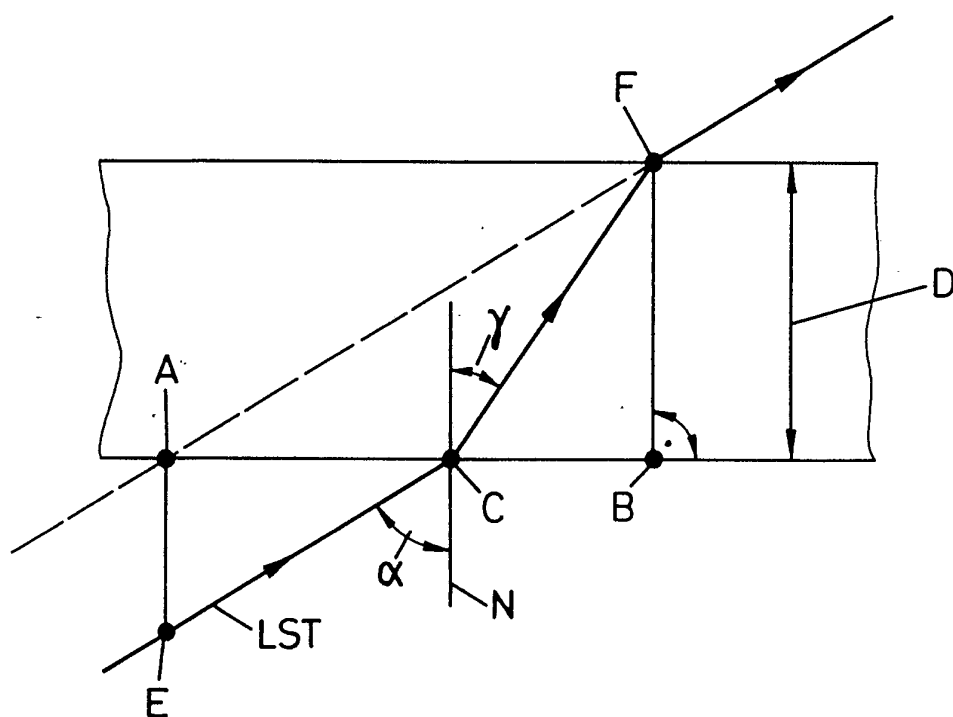


FIG. 3

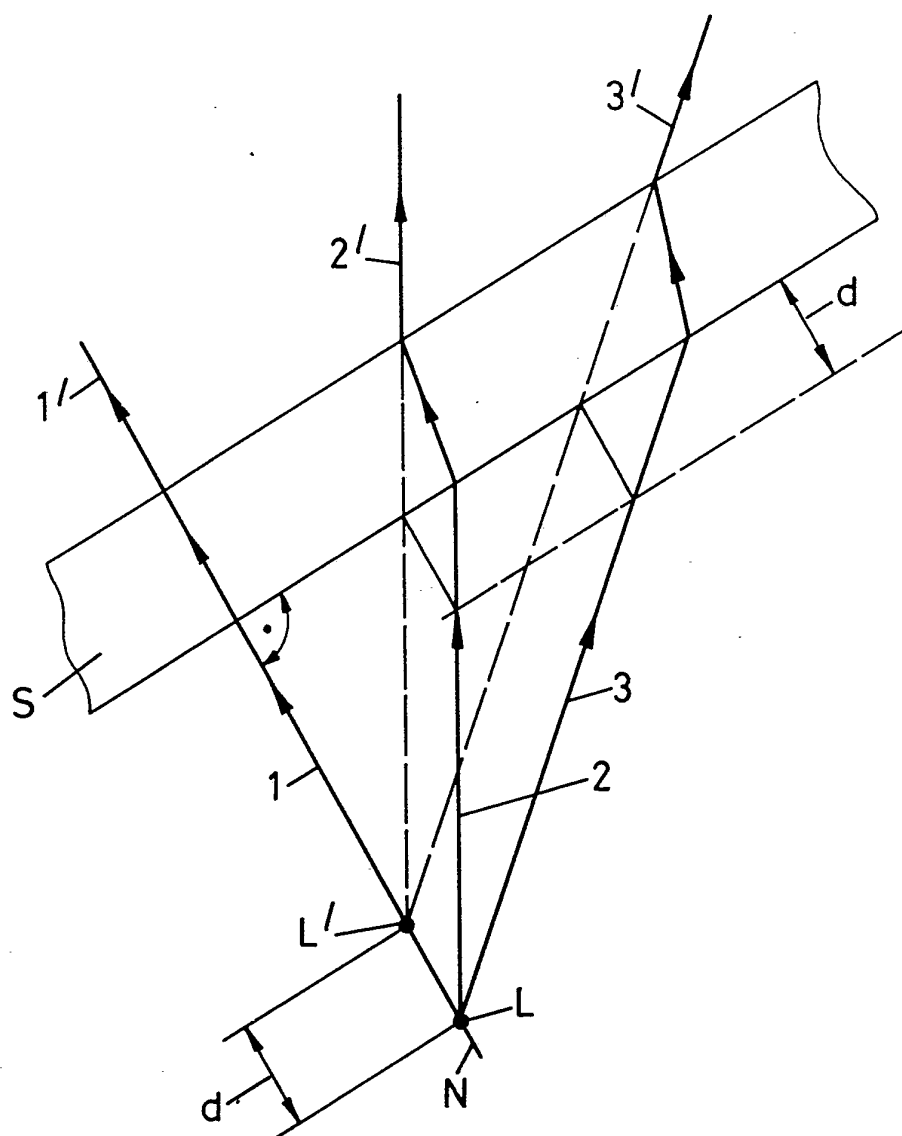


FIG. 4

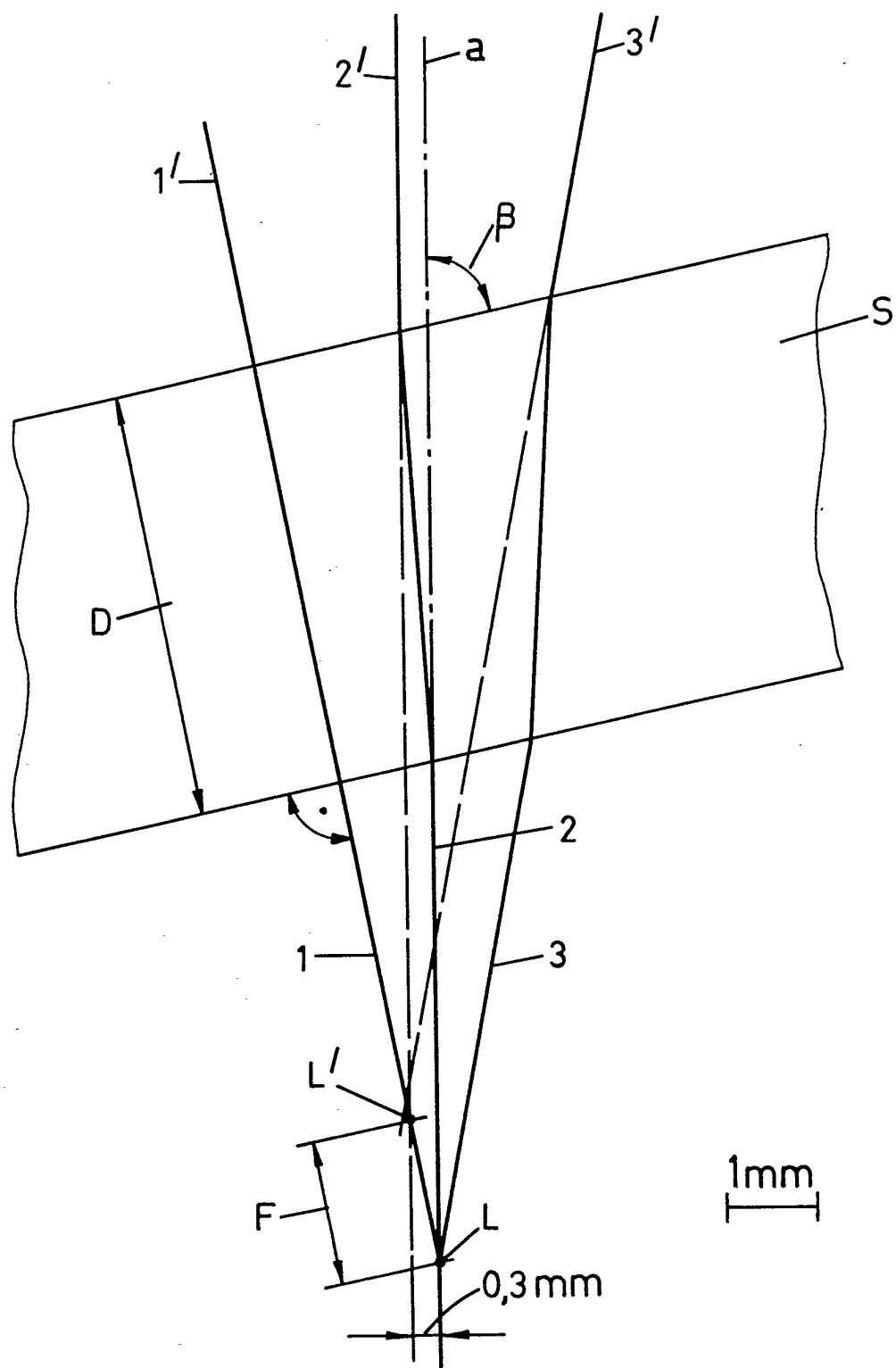


FIG. 6

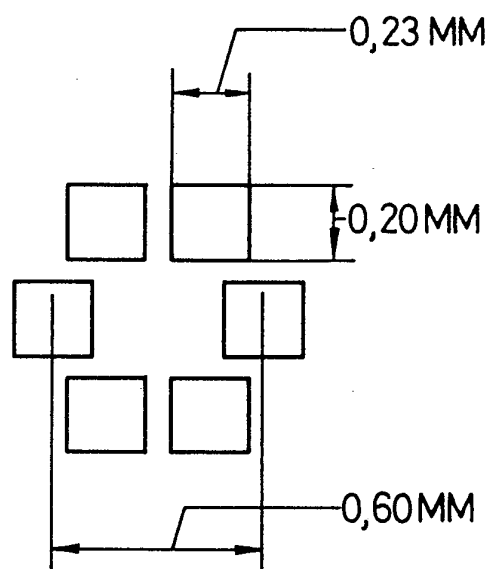


FIG. 7

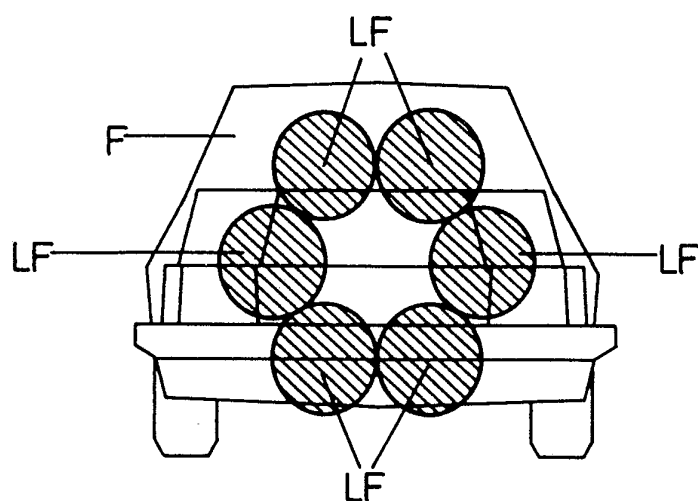


FIG. 8

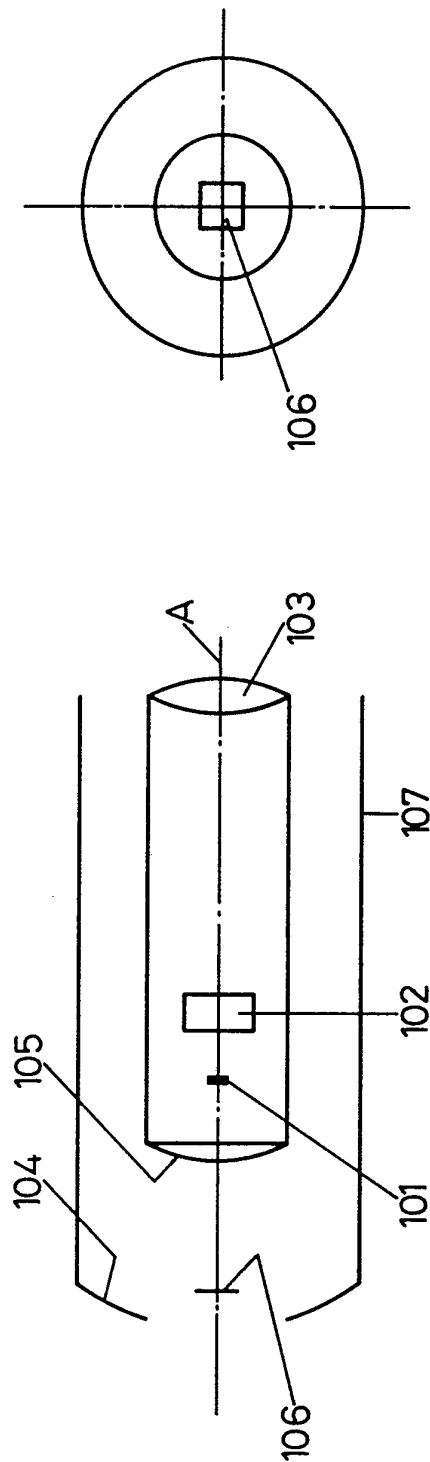
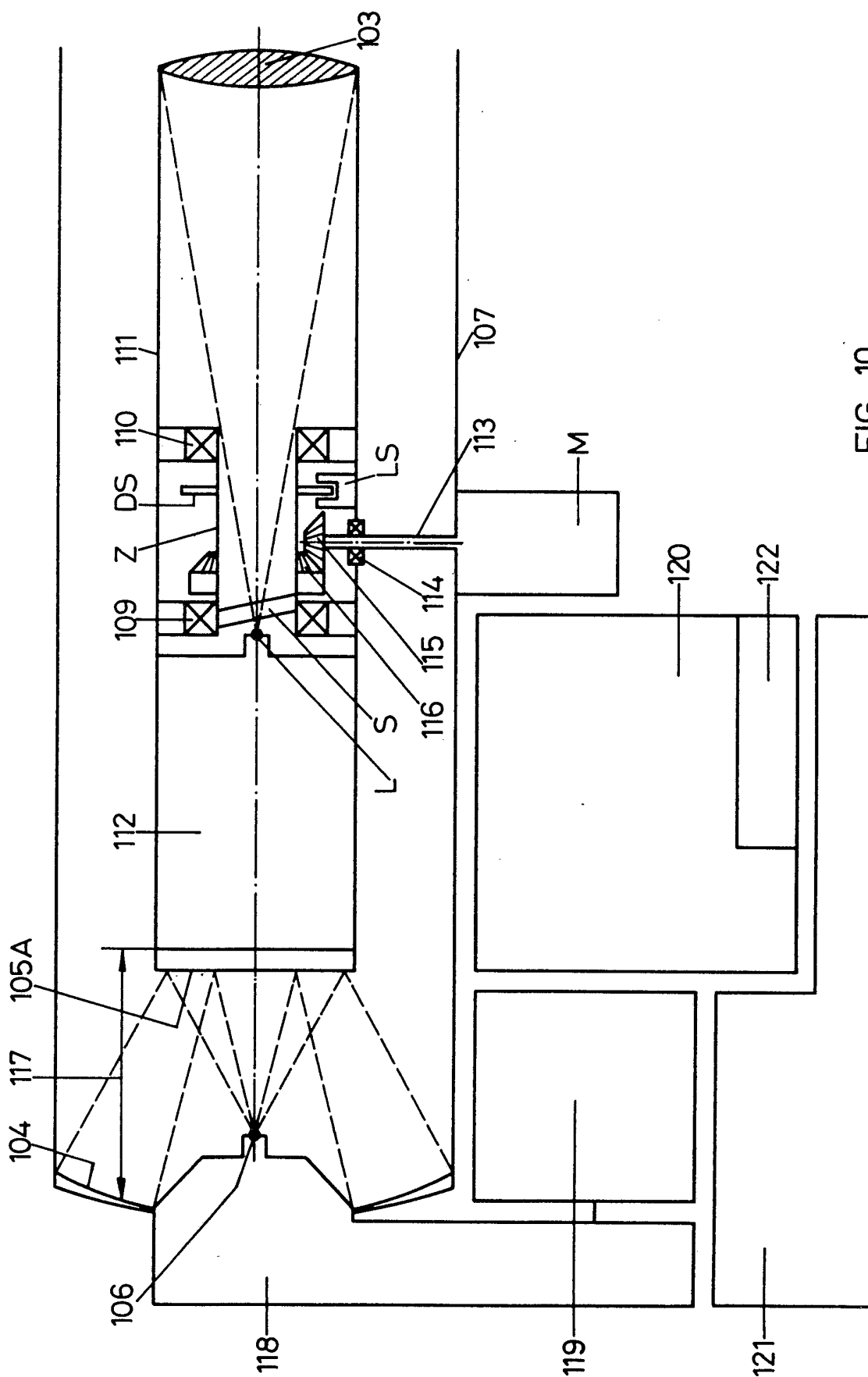


FIG. 9



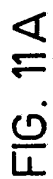


FIG. 11 B

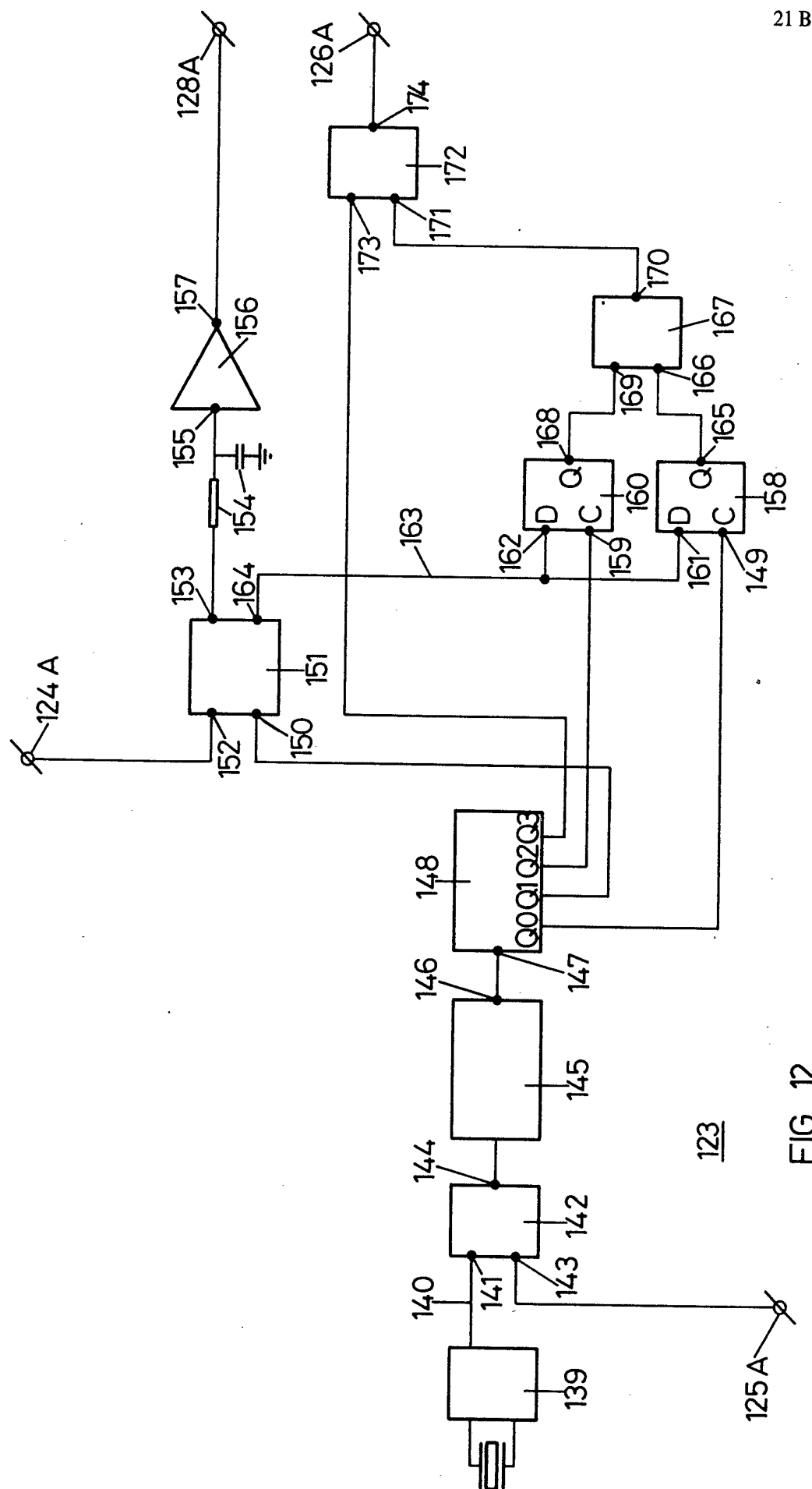


FIG. 12

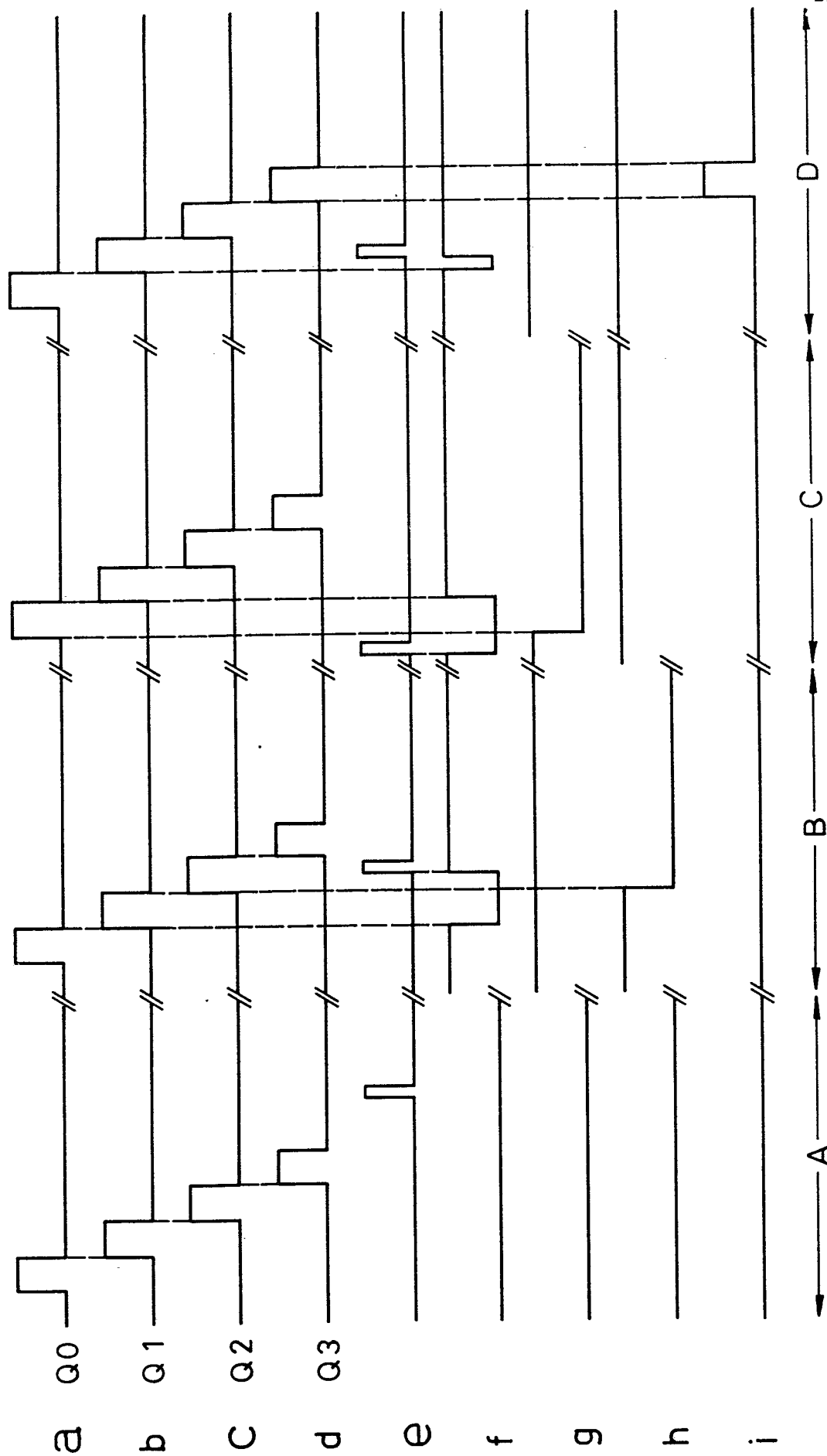


FIG. 13

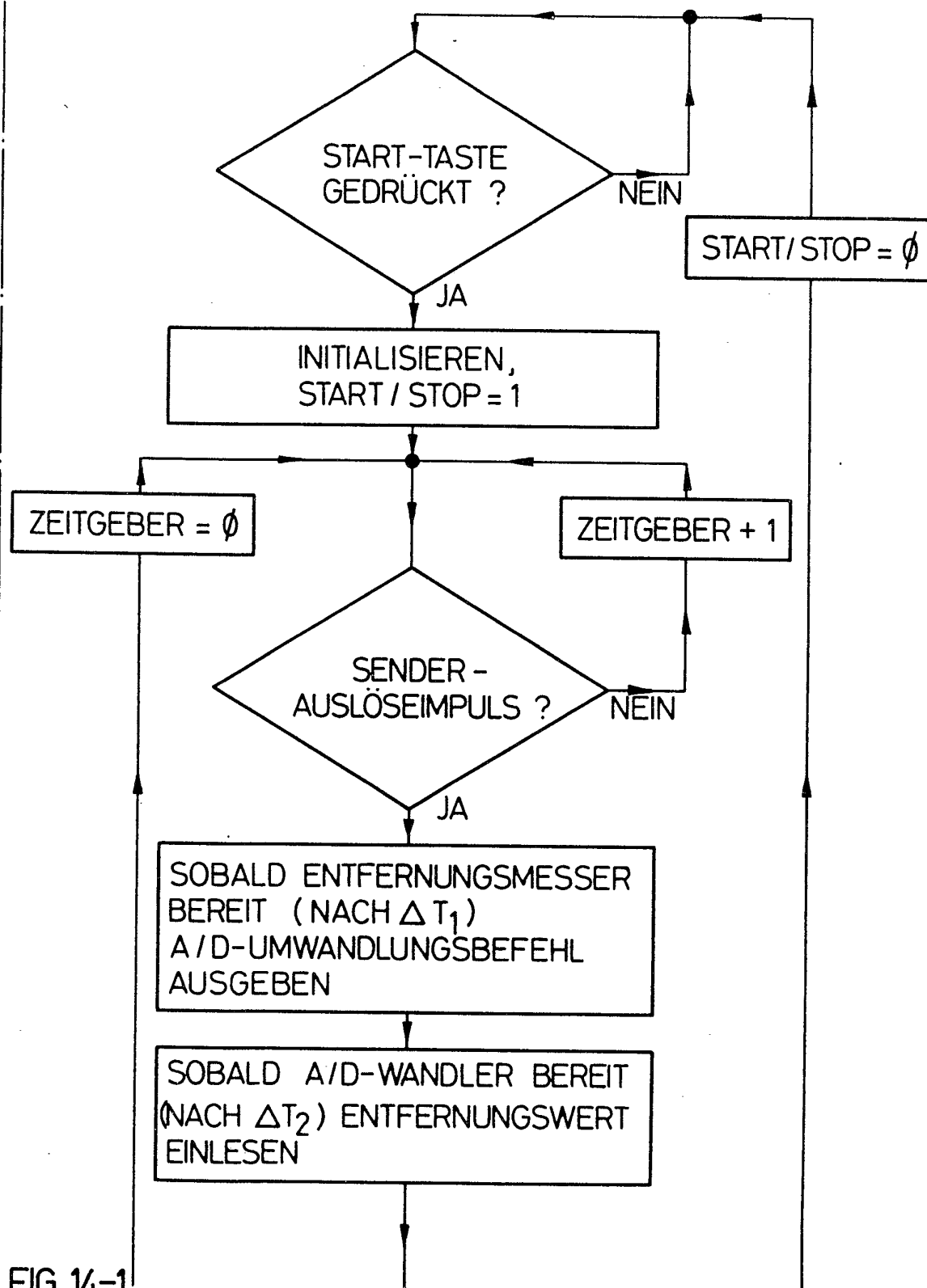
HAUPTPROGRAMM DER SECHSKANALIGEN MESSUNG

FIG.14-1

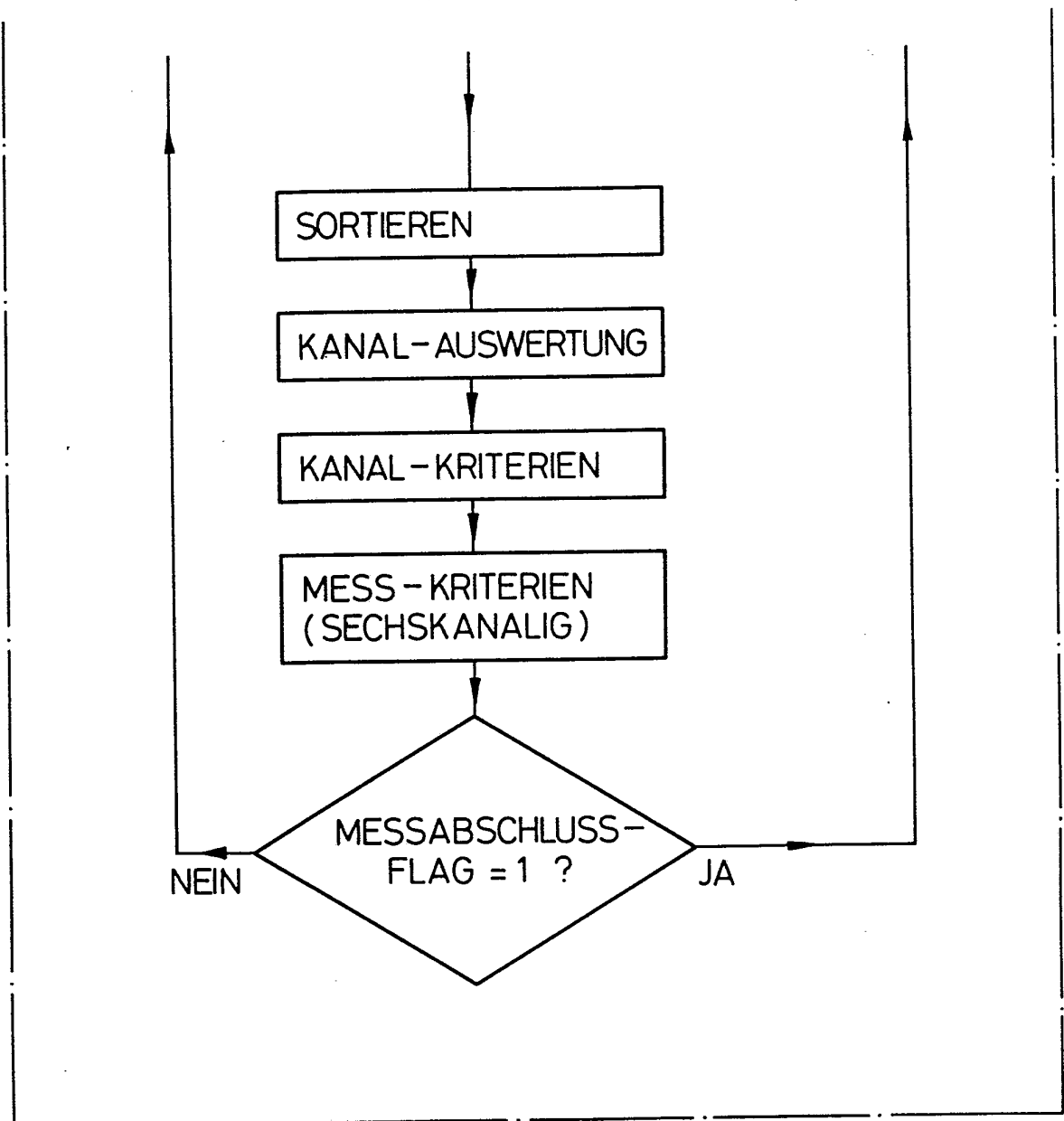


FIG. 14-2

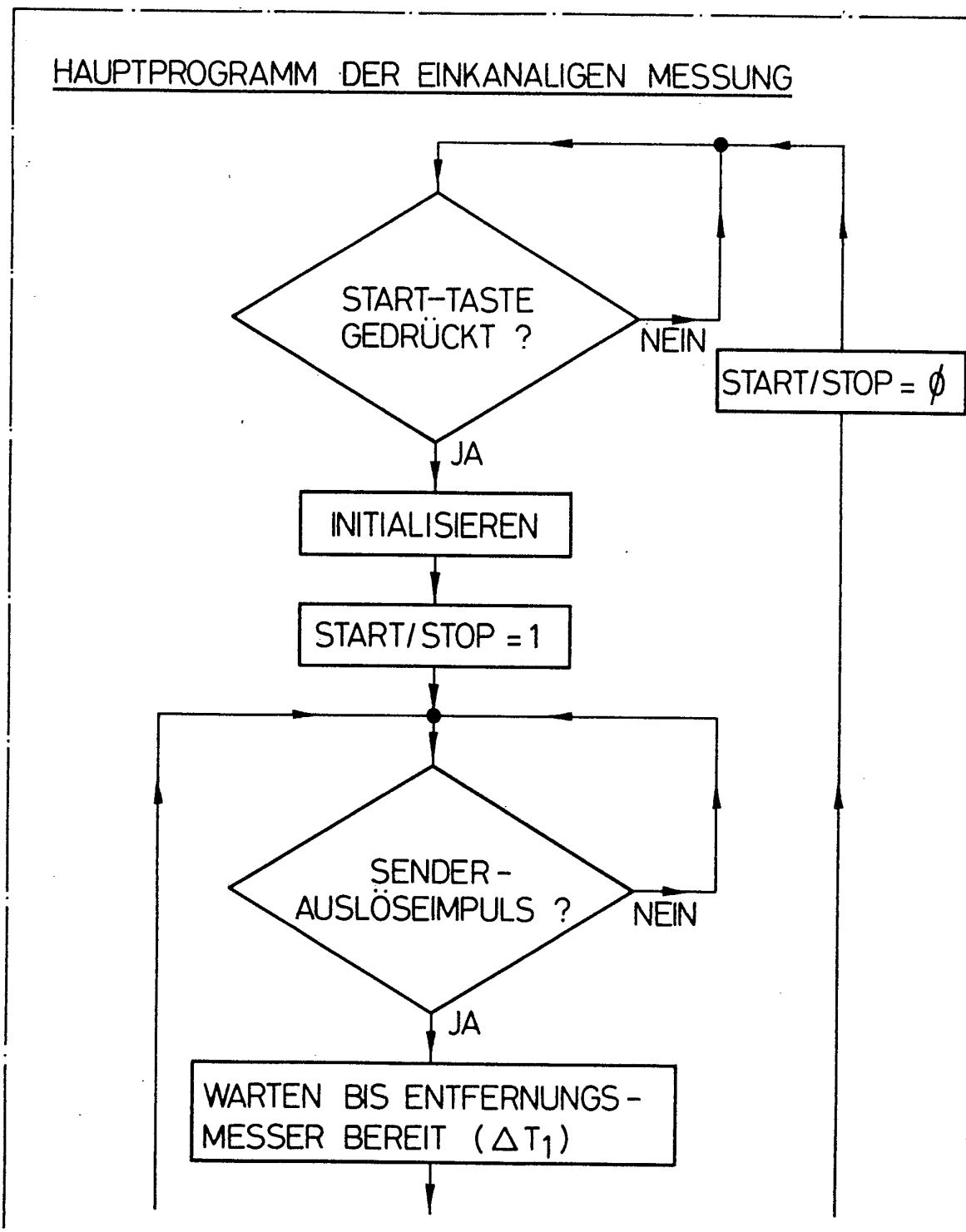


FIG. 14 A-1

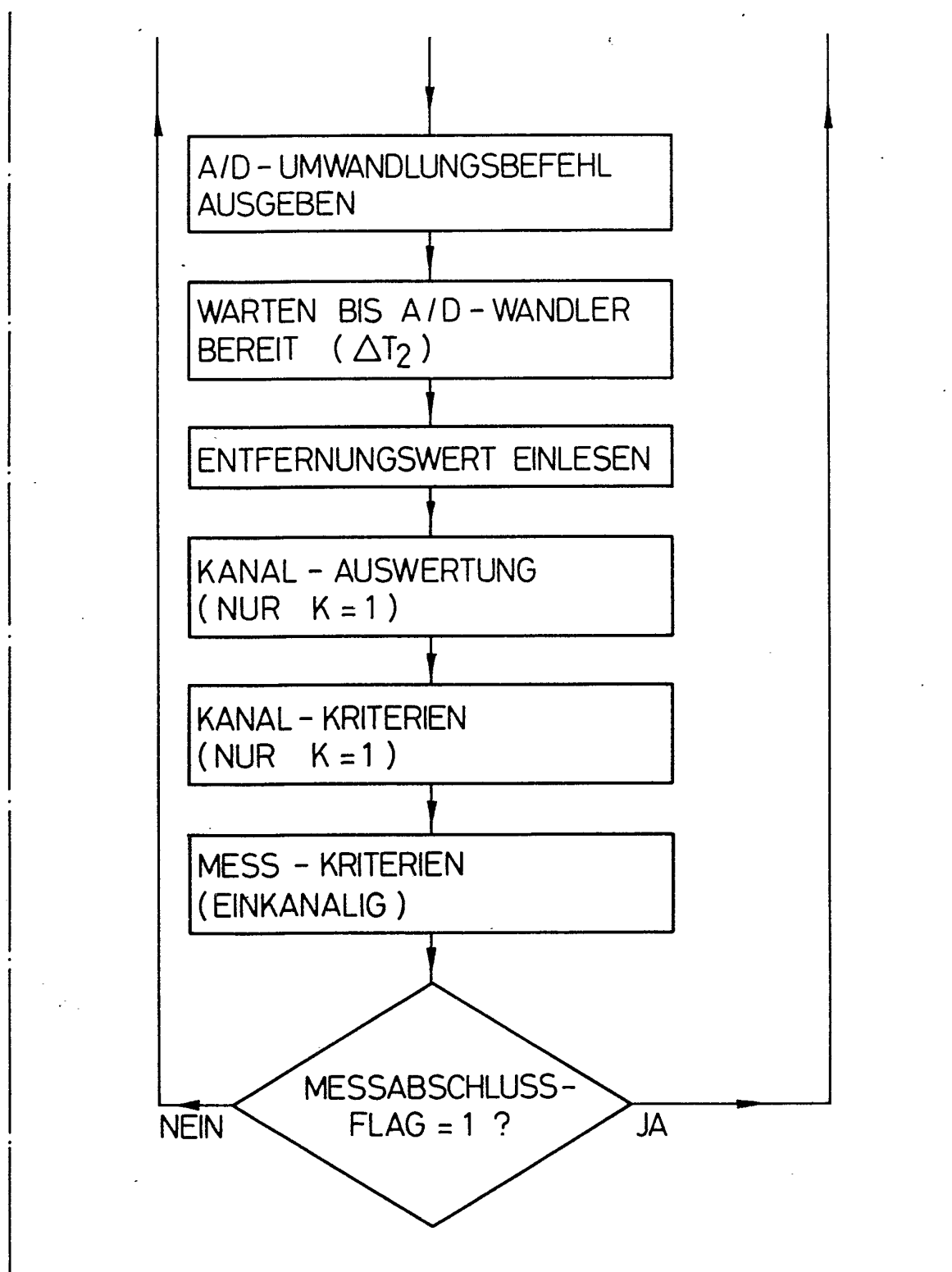


FIG. 14A-2

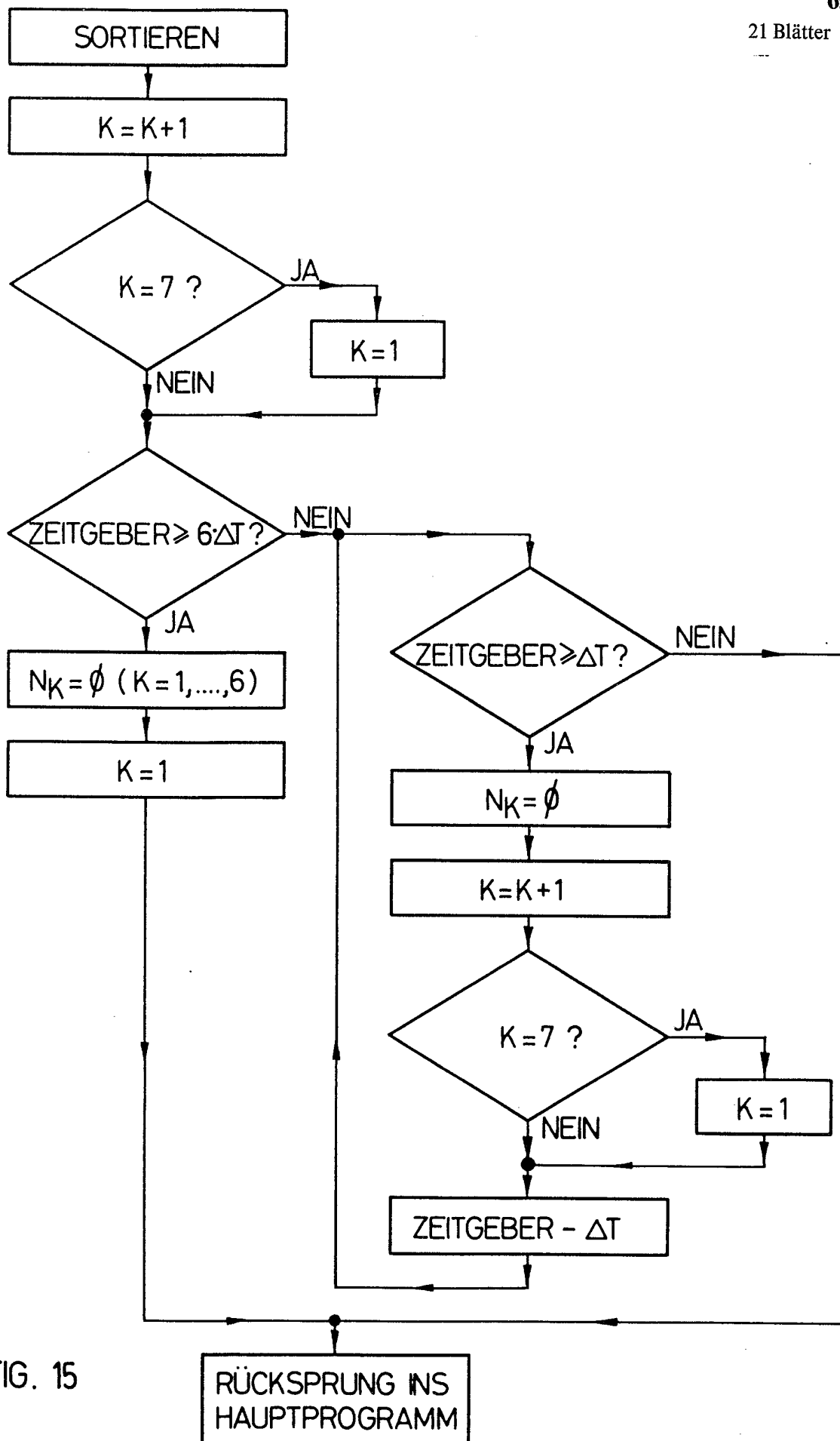
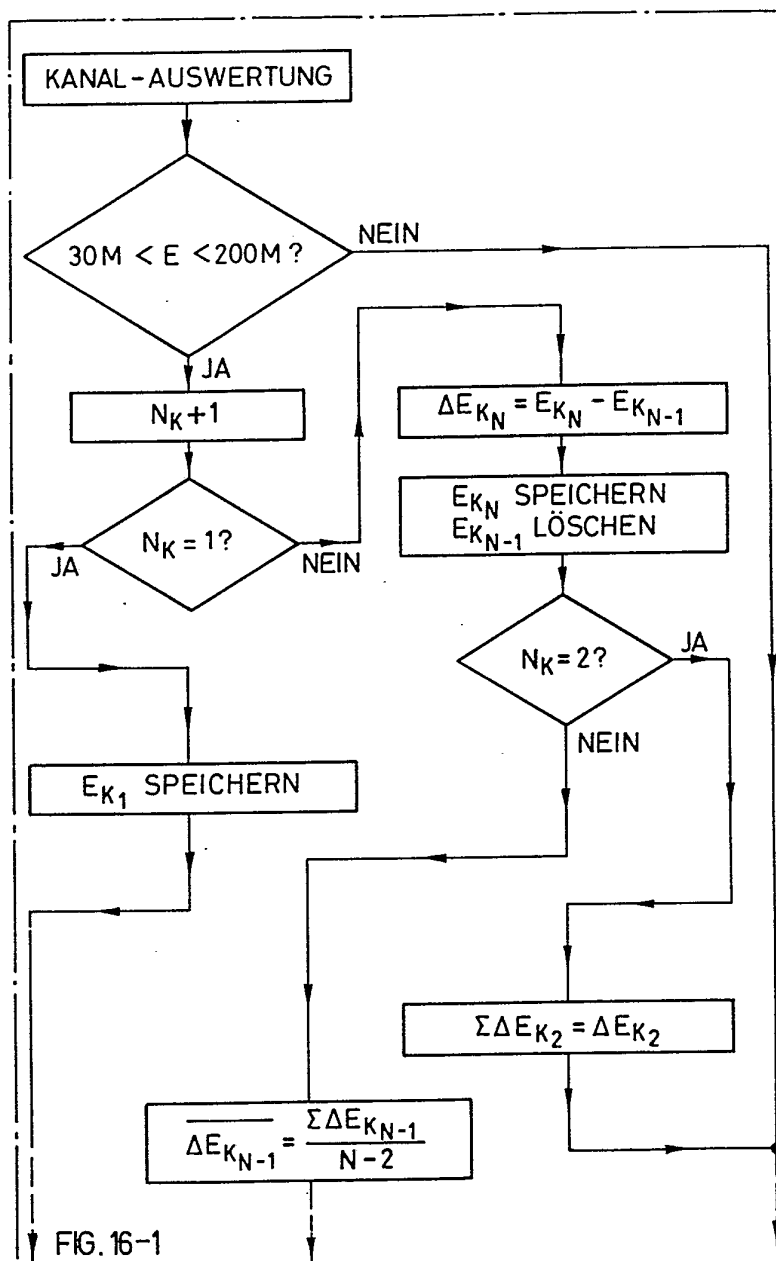


FIG. 15



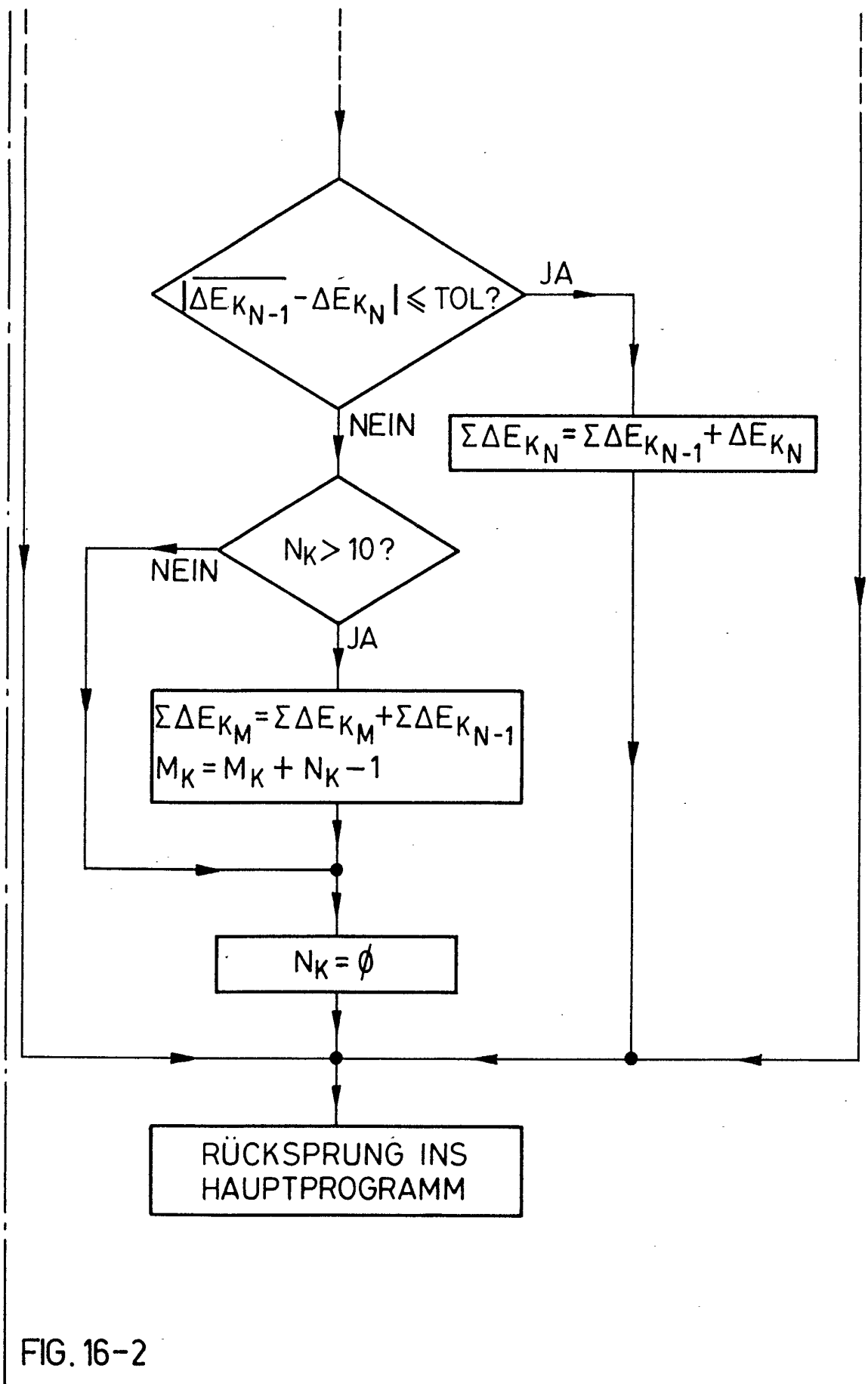


FIG. 16-2

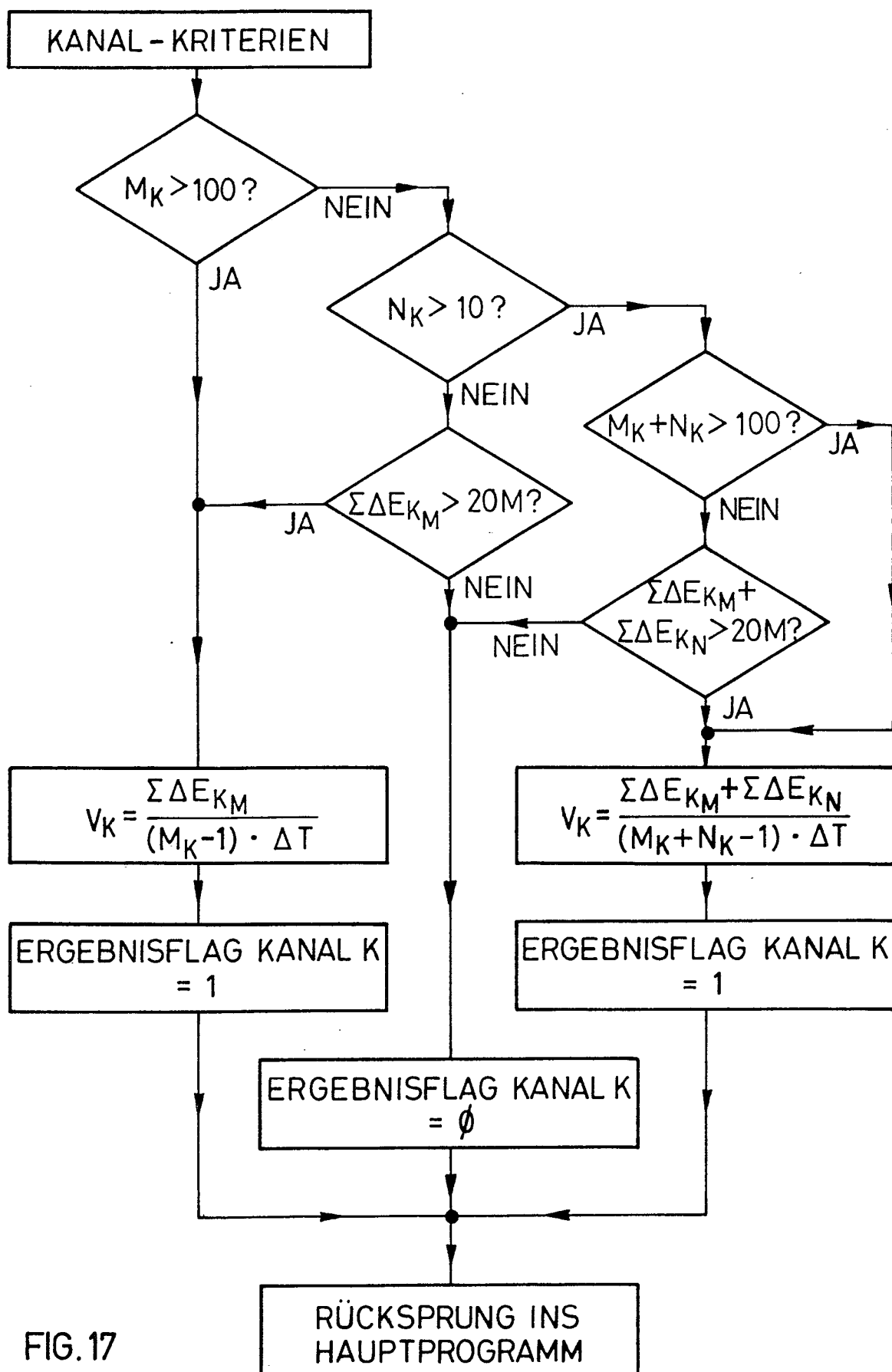


FIG. 17

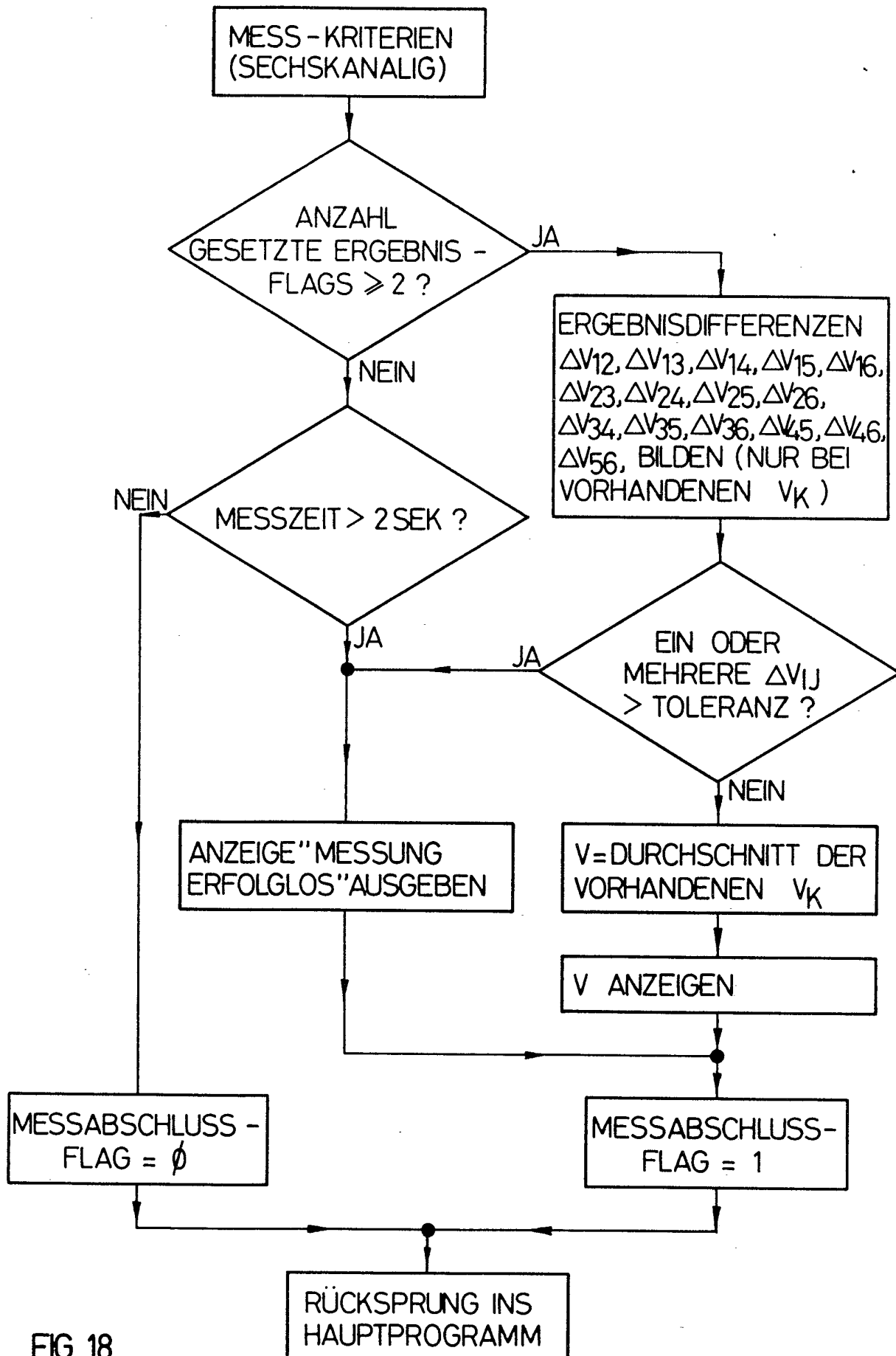


FIG. 18

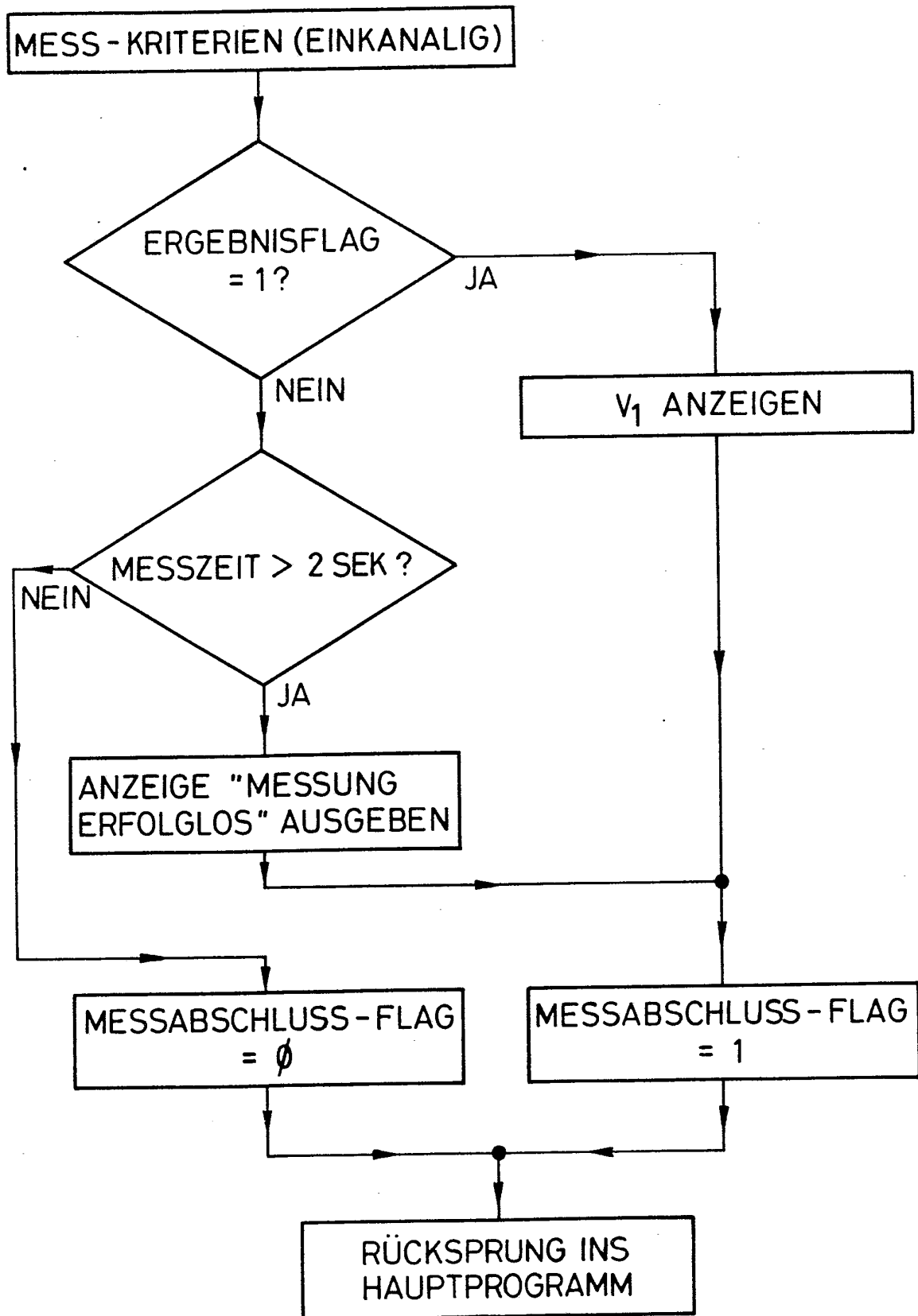


FIG. 19