



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 265 680 A1

4(51) G 01 C 3/08  
G 01 S 17/08

## AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP C 01 C / 308 658 5

(22) 04.11.87

(44) 08.03.89

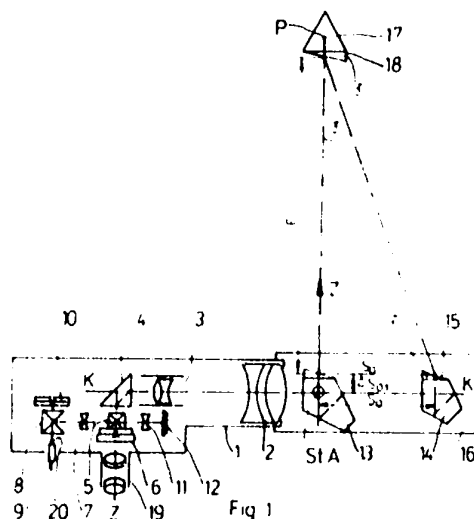
(71) VEB Carl Zeiss JENA, Carl-Zeiss-Straße 1, Jena, 6900, DD

(72) Feist, Wieland, Dr.-Ing., DD

(54) Verfahren und Anordnung zur Entfernungsmessung mit einem Einstandentfernungsmesser

(55) Entfernungsmessung, optisch-geometrisch, Einstandentfernungsmesser, Zielpunkt, paralleltisches Dreieck, Zielstrahl, Prismen, veränderliche Basis, Empfänger, Ortung

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Entfernungsmessung mit einem Einstandentfernungsmesser, insbesondere für elektronische Tachymeter, unter Beibehaltung der optisch-geometrischen Streckenmessung. Dazu wird der von einem Fernrohr (1) auf einen Zielpunkt P ausgesendete, fokussierte Lichtstrahl (20) mittels eines im Zielpunkt P angeordnete Tripleprismas (17) mit vorgeschaltetem, ablenkenden Keilsegmentes (18) in zwei Teilstrahlen so aufgespalten, daß diese Teilstrahlen über zwei auf einer Basisschiene (16) im Standpunkt angeordnete Prismen (13) und (14) in das Fernrohr (1) optoelektronisch abgebildet und deren Lage mittels Empfänger (10) und (12) zueinander geortet werden, wobei aus den Ortungen und der Lage des beweglichen Prismas (14) zu dem Prisma (13) auf der Basisschiene (16) rechnerisch die zu messende Entfernung abgeleitet wird. Fig. 1



**Patentanspruch:**

1. Verfahren zur Entfernungsmessung mit einem Eistantentfernungsmesser, der ein fokussierbares Fernrohr zur Beobachtung eines Zielpunktes, eine veränderliche Basis, Meßmittel zur Bestimmung der entfernungsabhängigen Veränderungen der Basisabschnitte sowie Aufnahmen zur Horizontierung, Zentrierung und Bewegung um eine horizontale und vertikale Zielachse enthält, **gekennzeichnet dadurch**, daß der von einem Fernrohr (1) auf einen Zielpunkt ausgesendete, fokussierte Lichtstrahl (20) im Zielpunkt in zwei Teilstrahlen so aufgespalten wird, daß diese Teilstrahlen über zwei auf einer Basisschiene (16) im Standpunkt angeordnete Prismen (13) und (14) in das Fernrohr (1) optoelektronisch abgebildet und deren Lage mittels optoelektronischer Empfänger (10) und (12) zueinander geortet werden, wobei aus den Abständen der Ortungen und der Lage des beweglichen Prisma (14) zu dem den optischen Bezugspunkt bildenden festen Prisma (13) auf der Basisschiene (16) rechnerisch die zu messende Entfernung abgeleitet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Prisma (14) von Hand oder mittels Schrittmotoren solange auf der Basisschiene (16) bewegt wird, bis der vom Prisma (14) reflektierte vom Zielpunkt eintretende Teilstrahl in den Empfängern (10) und (12) ein Signal ausstrahlt, durch das das Prisma (14) beim Überfahren des nächsten Teilstriches des Maßstabes (21) ein Stoppsignal auslöst, so daß der Basiswert an einem Maßstab (21) der Basisschiene (16) abgelesen werden kann.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß der von dem Fernrohr (1) ausgesendete, einen Lichtspalt bildende Lichtstrahl (20) das Licht einer Leuchtdiode oder der Spalt der Leuchtfläche einer Diode ist.
4. Anordnung zur Entfernungsmessung mit einem Eistantentfernungsmesser, mit einem fokussierbaren Fernrohr zur Beobachtung eines Zielpunktes und Mitteln zur Horizontierung und Bewegung um eine horizontale oder vertikale Zielachse, **gekennzeichnet dadurch**, daß zur Erzeugung eines parallaktischen Winkels im Zielpunkt ein bewegliches Tripelprisma (17) mit einem vorgeschalteten, ablenkenden Keilsegment (18) vorgesehen ist, wobei die Spitze des parallaktischen Winkels im Schnittpunkt des optischen Bezugspunktes des Tripelprismas (17) vorgesehen ist.
5. Anordnung nach Anspruch 4, **gekennzeichnet dadurch**, daß auf dem Tripelprisma (17) im Zielpunkt ein Richtfernrohr (28) so angeordnet ist, daß dessen Zielachse parallel zur optischen Achse des Tripelprismas (17) verläuft.
6. Anordnung nach Anspruch 4, **gekennzeichnet dadurch**, daß zur Erzeugung eines parallaktischen Winkels im Zielpunkt ein Spiegel mit einem Keilsegment (18) vorgesehen ist und daß das Teilsegment (18) als Keilausschnitt oder Keilabschnitt ausgebildet ist.
7. Anordnung nach Anspruch 4, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Prisma (17) und das Keilsegment (18) aus zwei Prismen so aufgebaut sind, daß die Spitze des parallaktischen Dreiecks im Schnittpunkt des optischen Bezugspunktes des Prismas (17) liegt.
8. Anordnung nach Anspruch 4, **gekennzeichnet dadurch**, daß in der Basisschiene (16) ein Glas- oder Metallstab (21) mit einer inkrementalen Teilung angeordnet ist, die mit bekannten Mitteln optoelektronisch abgelesen wird.
9. Anordnung nach Anspruch 4, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Fernrohrsystem (1) des Eistantentfernungsmessers einen Horizontal- und Vertikalkreis besitzt, die jeweils zentrisch zur Stehachse (StA) und Kippachse (KK) angeordnet sind, mit Mitteln zur elektronischen Ablesung von Anzeigen, wobei die Stehachse (StA) den optischen Bezugspunkt des Prismas (13) P schneidet.
10. Anordnung nach Anspruch 4, **gekennzeichnet dadurch**, daß das visuelle Fernrohrsystem koaxial zu dem Fernrohrsystem (1) angeordnet ist.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

**Anwendungsgebiet der Erfindung**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Entfernungsmessung mit einem Eistantentfernungsmesser und eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens, insbesondere für elektronische Tachymeter, die vorzugsweise in kleinräumigen Territorien sowie für genaue Punktbestimmungen eingesetzt werden oder dort, wo der Einsatz bekannter elektronischer Tachymeter zu aufwendig ist.

## Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Die elektronischen Tachymeter haben in den vergangenen Jahren vielfach die optischen Tachymeter abgelöst, die die Strecke aus geometrischem Wege aus einem parallaktischen Dreieck mit einer Basis und dem ihr gegenüberliegenden parallaktischen Winkel bestimmen. Dabei wird entweder der parallaktische Winkel bei konstanter Basis oder bei konstantem parallaktischem Winkel die Basis meßbar verändert. Aus der meßbaren Veränderung der Größen wird dann die Entfernung bestimmt. Diesem Verfahren der optischen Streckenmessung sind Grenzen gesetzt, durch die Reichweite und die Genauigkeit des Meßverfahrens, das außerdem durch die Sehschärfe des menschlichen Auges und die atmosphärischen Bedingungen stark beeinflußt wird. Mit den elektronischen Tachymetern, die statt der Einrichtung zur optischen Streckenmessung mit einem elektrooptischen Entfernungsmesser ausgerüstet sind und nach dem Prinzip der Phasenmessung arbeiten, indem eine Strecke mittels der Phasendifferenz einer im Ausgangspunkt kontinuierlich abgestrahlten und nach Reflexion im Endpunkt wieder empfangenen, harmonischen, elektromagnetischen Schwingung ermittelt wird, ist die Messung kurzer Strecken mit demselben Aufwand wie für lange Strecken verbunden. Einer Genauigkeitssteigerung sind hier Grenzen durch das Phasenmeßprinzip gesetzt. Heute gewinnt deshalb immer mehr die Methode der Impulslaufzeitmessung an Bedeutung, die aber insbesondere für lange Strecken vorteilhaft anwendbar ist. Es sind auch eine Vielzahl von Schnittbildentfernungsmessern bekannt, die ein Objekt mit einer CCD-Zeile orten, wobei es für geodätische Zwecke vorteilhafter ist, die Geländepunkte zu signalisieren (DE-OS 3417193, 3401798, 3416974, 3502634, JP-PS 59-52362, EP-PS 157414, DD-PS 142085).

## Ziel der Erfindung

Durch die Erfindung sollen die aufgezeigten Mängel vermieden und eine Möglichkeit zur Streckenmessung, insbesondere mit einem Einstandentfernungsmesser, für kurze Strecken und zur genauen Punktbestimmung angegeben werden. Dabei sollen umfangreiche optisch-mechanische Getriebe entfallen und gleichzeitig ein genaueres und automatisiertes optisches Streckenmeßsystem erhalten werden.

## Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren und eine Anordnung zur Entfernungsmessung mit einem Einstandentfernungsmesser zu finden, die schnell, hinreichend genau sowie mit möglichst geringem Aufwand an Material und Konstruktion verbunden sind. Dabei soll durch den Einsatz optoelektronischer Bauelemente unter Beibehaltung der optisch-geometrischen Streckenmessung eine Genauigkeitssteigerung der Basisentfernungsmessung ermöglicht werden. Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe mit dem erfindungsgemäßen Verfahren mit einem Einstandentfernungsmesser, der ein fokussierbares Fernrohr zur Beobachtung eines Zielpunktes, eine veränderliche Basis, Meßmittel zur Bestimmung der entfernungsabhängigen Veränderung der Basisabschnitte sowie Aufnahmen zur Horizontierung, Zentrierung und Bewegung um eine horizontale und vertikale Zielachse enthält dadurch gelöst, daß der von einem Fernrohr 1 auf einen Zielpunkt ausgesendete, fokussierte Lichtstrahl 20 im Zielpunkt in zwei Teilstrahlen so aufgespalten wird, daß diese Teilstrahlen über zwei auf einer Basisschiene 16 im Standpunkt angeordnete Prismen 13 und 14 in das Fernrohr 1 optoelektronisch abgebildet und deren Lage mittels optoelektronischer Empfänger 10 und 12 zueinander geortet werden, wobei aus den Abständen der Ortungen und der Lage des beweglichen Prismas 14 zu dem den optischen Bezugspunkt bildenden festen Prisma 13 auf der Basisschiene 16 rechnerisch die zu messende Entfernung abgeleitet wird. Vorteilhaft ist es, daß das Prisma 14 von Hand oder mittels Schrittmotoren solange auf der Basisschiene 16 bewegt wird, bis der vom Prisma 14 reflektierte vom Zielpunkt eintretende Teilstrahl auf einen der Empfänger 10 und 12 trifft und ein Stoppsignal auslöst, wann das Prisma 14 über einen Maßstabsstrich des Maßstabes 21 läuft, so daß der Basiswert an einem Maßstab 21 der Basisschiene 16 abgelesen werden kann und daß der von dem Fernrohr 1 ausgesendete, einen Lichtspalt bildende Lichtstrahl 20 das Licht einer Leuchtdiode oder der Spalt der Leuchtfläche einer Diode ist. Die Anordnung zur Durchführung des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung eines parallaktischen Winkels im Zielpunkt vorzugsweise ein bewegliches Tripelprisma 17 mit einem vorgeschalteten, ablenkenden Keilsegment 18 vorgesehen ist, wobei die Spitze des parallaktischen Winkels im Schnittpunkt des optischen Bezugspunktes des Tripelprismas 17 vorgesehen ist. Dabei ist vorteilhaft, daß die Zielachse des auf dem Tripelprisma 17 angeordneten Richtfernrohres 28 parallel zur optischen Achse des Tripelprismas 17 vorgesehen ist. Zur Erzeugung eines parallaktischen Winkels im Zielpunkt kann auch ein Spiegel angeordnet und das Keilsegment 18 als Keilausschnitt ausgebildet sein. Außerdem kann das Prisma 17 und das Keilsegment 18 aus zwei Prismen so aufgebaut sein, daß die Spitze des parallaktischen Dreiecks im Schnittpunkt des optischen Bezugspunktes des Prismas 17 liegt. Weiterhin ist es vorteilhaft, daß in der Basisschiene 16 ein Glas- oder Metallmaßstab 21 mit einer inkrementalen Teilung angeordnet ist, die mit bekannten Mitteln optoelektronisch abgelesen wird und daß das Fernrohrsystem 1 des Einstandentfernungsmessers einen Horizontal- und Vertikalkreis besitzt, die jeweils zentrisch zur Stehachse StA und zur Kippachse KK angeordnet sind, mit Mitteln zur elektronischen Ablesung von Anzeigen, wobei die Stehachse StA den optischen Hauptpunkt des Prismas 13 schneidet und das visuelle Fernrohrsystem coaxial zum Fernrohrsystem 1 vorgesehen ist.

## Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend anhand der schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1: ein erfindungsgemäßes optisches Streckenmaßsystem eines Einstandentfernungsmessers
- Fig. 2: eine Schnittdarstellung des optischen Streckenmeßsystems
- Fig. 3: eine Schnittdarstellung eines Tripelprismas im Zielpunkt
- Fig. 4: eine erste Ausführungsform der Halterung des Tripelprismas mit einem Richtfernrohr
- Fig. 5: eine zweite Ausführungsform der Halterung des Tripelprismas mit einem Richtfernrohr

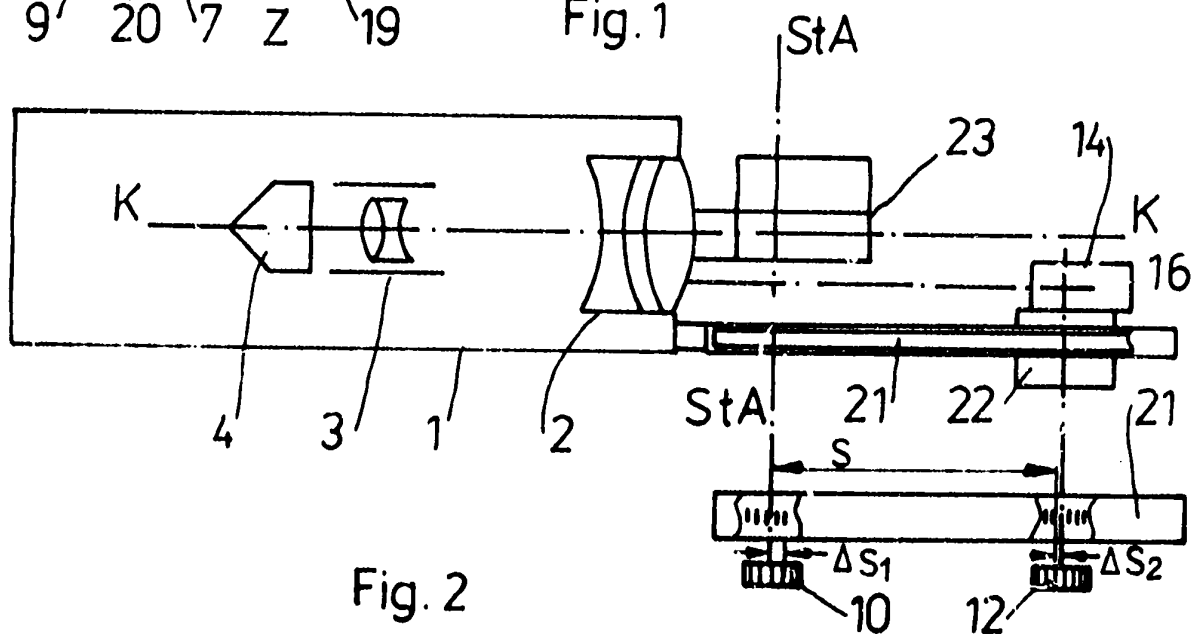
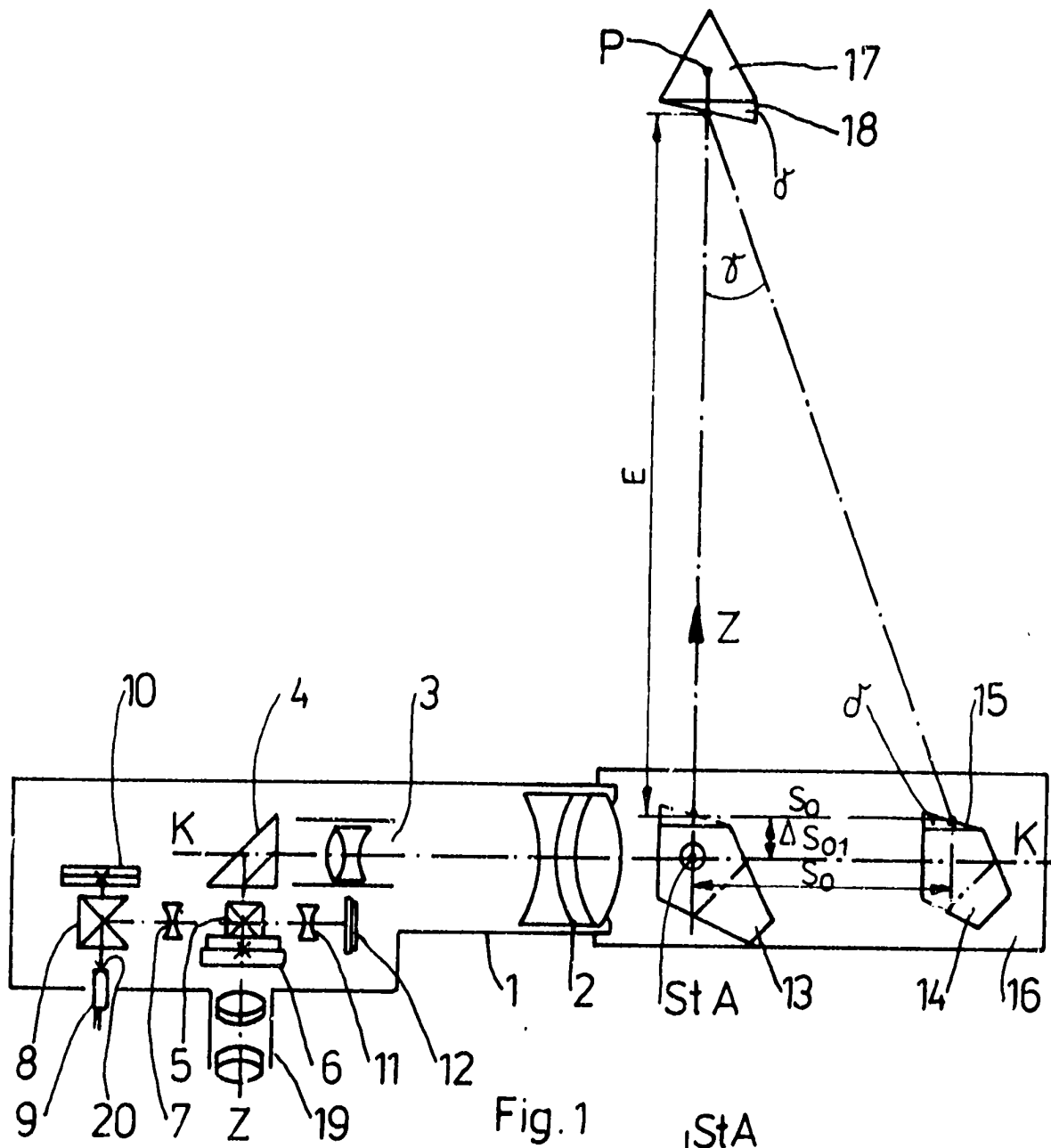
Fig. 1 zeigt ein Fernrohr 1 eines Eins'andentfernungsmessers, der Bestandteil eines Basistachymeters ist, mit einer Stehachse StA, einer Kippachse KK sowie mit einer in der Fig. 1 nicht näher dargestellten Anordnung von Horizontalkreis zentrisch zur Stehachse und einen Vertikalkreis zentrisch zur Kippachse KK und mit bekannten Mitteln zur Zentrierung der Stehachse über einem Testpunkt und Horizontierung des Gerätes, wobei der Horizontal- und Vertikalkreis mit bekannten Mitteln elektronisch abgelesen und die Ablesewerte digital angezeigt und gespeichert werden.

Das Fernrohr 1 umfaßt ein Objektiv 2, eine Schiebelinse 3, ein Umlenkprisma 4, eine Strichplatte 6, ein vor der Strichplatte 6 liegendes optisches Glied 5, ein optisches Glied 7, ein Teilerprisma 8, eine dem Teilerprisma 8 nachgeordnete Diode 9 und ein Okular 19. Vor dem Objektiv 2 sind weiterhin ein festes Prisma 13 und 23 und auf einer Basisschiene 16 ein bewegliches Prisma 14 angeordnet. Die Diode 9 sendet einen Lichtspalt 20 über das Teilerprisma 8, das optische Glied 7 und 5 durch das Fernrohr 1 aus, der durch den entsprechenden visuellen Fokussiervorgang des Fernrohres 1 in einem Zielpunkt P abgebildet wird. Im Zielpunkt P wird der para'aktische Winkel durch ein bewegliches Prisma 17 und ein vorgeschaltetes, ablenkendes Keilsegment 18 erzeugt, die beide in einem in Fig. 4 und 5 näher dargestellten Gehäuse 24 gehalten sind. Das Gehäuse 24 trägt ein Richtfernrohr 28 zur genauen Anrichtung des Prismas 17 und des Keilsegmentes 18 auf den Eins'andentfernungsmesser mit dem Fernrohr 1 auf dem Instrumentenstandpunkt. Das Gehäuse 24 ist auf einem Halter 25, der eine Libelle 26 und eine Zentrierspitze 30 trägt, befestigt. Das Gehäuse 24 kann auch in einer in Fig. 5 dargestellten Gabel 29 über eine Verschraubung 31 aufgenommen werden, die wiederum in einer Art Theodolitstütze 27 um eine horizontale und vertikale Achse drehbar gelagert ist, so daß mit dem Richtfernrohr 28 die Orientierung auf einen Standpunkt erreicht wird, wobei zur Horizontierung ein Dreifuß 32 vorgesehen ist.

Der in einem Zielpunkt P von dem Fernrohr 1 ausgesendete und fokussierte Lichtspalt 20 wird im Zielpunkt P durch das Prisma 17 reflektiert und durch den Keil 18 in zwei Teilstrahlen so aufgespalten, daß der eine Teilstrahl direkt zurückreflektiert, der andere Teilstrahl durch das Keilsegment 18 mit dem Keilwinkel  $\delta$  um den Winkel  $\gamma$  bei der Rückreflexion abgelenkt wird auf das Prisma 14, das den Lichtspalt 20 mittels des Keilsegmentes 18 wieder in das Objektiv 2 reflektiert. Damit das Prisma 14 das Bild des Lichtspaltes 20 ablenken kann, wird es auf einer Basisschiene 16 so lange verschoben, bis ein Empfänger 12, der eine CCD-Zelle oder ein Differenzfotoempfänger sein kann, ein Signal erhält. Das nicht abgelenkte Bild fällt über ein festes Prisma 23 auf einen Empfänger 10 (CCD-Zelle oder Differenzfotoempfänger) und erzeugt dort ebenfalls ein Signal. Diese Signale werden auf den Empfängern 10 und 12 in ihrer Lage geortet, wobei die Nullpunkte der Empfänger 10 und 12 zum Nullpunkt eines Maßstabes 21 in der Basisschiene 16 justiert sind. Die Meßwerte der Empfänger 10 und 12 sind die Strecken  $\Delta S_1$  und  $\Delta S_2$  (Fig. 2). Sie werden zu der Ableseung S der Basisschiene 16 addiert und ergeben in bekannter Weise die Basislänge  $S_0 = S + \Delta S_1 + \Delta S_2$  nach der an sich bekannten Formel  $E = k \cdot s$ , wobei E die Schrägentfernung, k eine Multiplikationskonstante ist, die der Ablenkwinkel  $\gamma$  bestimmt und s die Entfernung darstellt. Die endgültige Schrägentfernung ist  $E_0 = k \cdot s + C$ , wobei C eine Additionskonstante ist. Die Verschiebung des Prismas 14 auf der Basisschiene 16 kann dabei von Hand oder mittels Schrittmotoren erfolgen. Die Bewegung wird gestoppt, wenn in den Empfängern 10 und 12 ein Signal entsteht, sobald das Prisma 14 beim Überfahren des nächsten Teilstriches des Maßstabes 21 ein Stoppsignal auslöst, durch den vom Prisma 14 reflektierten, von dem Zielpunkt P eintretenden Teilstrahl. In Fig. 2 ist das für die Bewegung des Prismas 14 notwendige, an sich bekannte Verschiebemittel 22 dargestellt.

Fig. 3 zeigt die Gliederung der Zonen  $Z_1$ – $Z_4$  in der Eintrittspupille des Tripelprismas 17 und die Eintrittsflächen für den vom Fernrohr 1 ausgesendeten Lichtspalt 20. Das zurückreflektierte Licht des Prismas 17 fällt durch die Zonen  $Z_3$  und  $Z_4$ , dabei ist vor der Zone  $Z_2$  das Keilsegment 18 vorgesehen, das die Form eines Abschnittes oder Ausschnittes hat. Anstelle des Prismas 17 kann auch ein ebener Spiegel verwendet werden, für eine analoge Rückreflexion in die Zonen  $Z_1$  und  $Z_2$ , wobei der Spiegel für eine genaue Ausrichtung einen Spalt enthalten muß.

In Fig. 5 ist eine Ausführungsform zur Halterung des Tripelprismas 17 und des Keilsegmentes 18 im Zielpunkt P dargestellt, wobei der Fußpunkt des Ablenkwinkels  $\gamma$  vorzugsweise im Prismenhauptpunkt P vorgesehen ist.



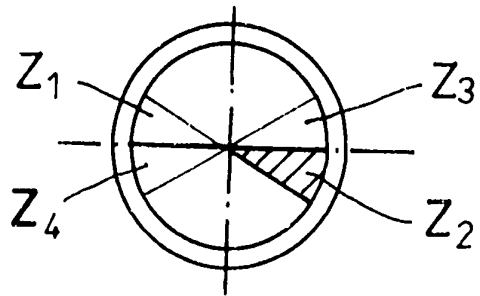


Fig. 3

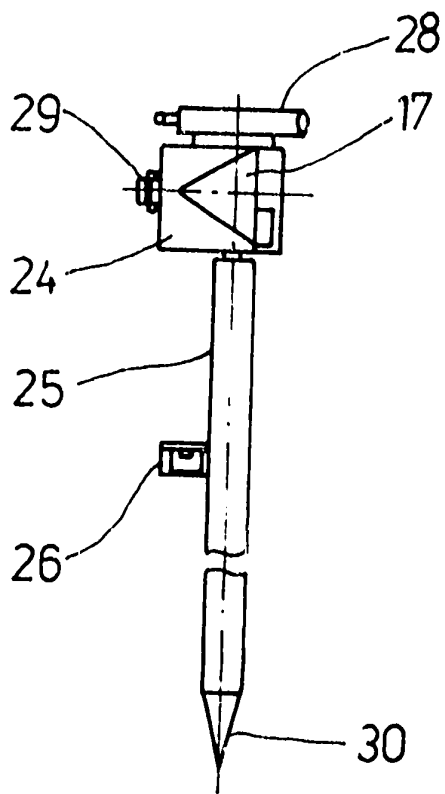


Fig. 4

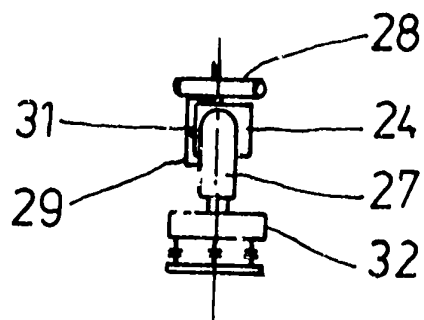


Fig. 5