



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 288 877 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1  
Patentgesetz der DDR  
vom 27. 10. 1983  
in Übereinstimmung mit den entsprechenden  
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) G 01 C 1/02

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

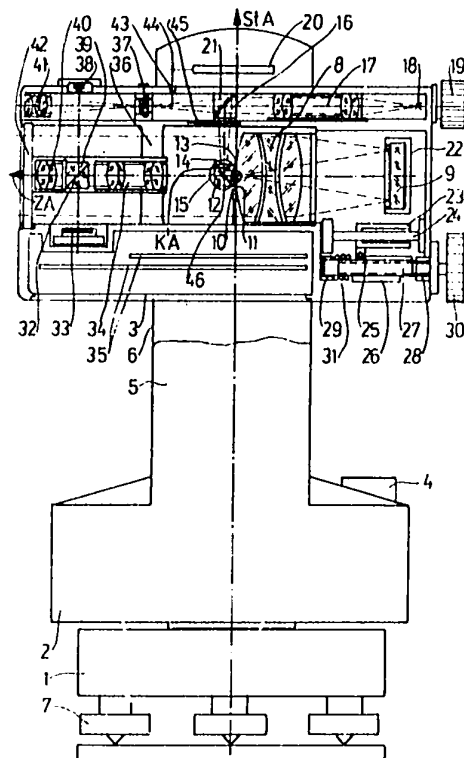
(21) DD G 01 C / 334 252 8 (22) 06. 11. 89 (44) 11. 04. 91

(71) siehe (73)  
(72) Feist, Wieland, Dr.-Ing.; Röder, Rolf, Dipl.-Ing., DE  
(73) VEB Carl Zeiss JENA, Carl-Zeiss-Straße 1, O - 6900 Jena, DE

(54) Anordnung zur Winkelmessung und Richtungsfluchtung, insbesondere mit einem Theodoliten

(55) Zielerfassung; Ziellinienfehler; Theodolit; Abbildung;  
Bildebene; Entfernung; Fokussierung; Winkelmessung;  
Richtungsfluchtung; Nahbereich

(57) Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur  
Winkelmessung und Richtungsfluchtung, insbesondere mit  
einem Theodoliten für genaue Zielungen im Nahbereich  
nach Punkten unterschiedlicher Entfernungen zur  
Ausschaltung der systematischen Ziellinienfehler, in dem  
erfindungsgemäß das Fernrohrsystem so zum  
Achsensystem des Theodoliten angeordnet ist, daß der  
vordere Objektivhauptpunkt des Zielfernrohrs mit dem  
Strichkreuz in dem Schnittpunkt von Steh-Kipp- und  
Zielachse des Theodolits vorgesehen ist und daß der  
Umlenkspiegel im Zielfernrohr in einer mit einer  
Justiereinheit verbundenen Führung angeordnet ist. Figur



## Patentanspruch:

1. Anordnung zur Winkelmessung und Richtungsfluchtung, insbesondere mit einem Theodoliten, der ein Fernrohrsystem, bestehend aus einem Sucher- und einem Zielfernrohr, ein Okular und ein Achsensystem, umfaßt, wobei das Zielfernrohr ein mindestens zweilinsiges Objektiv mit einem Strichkreuz im Objektivhauptpunkt auf der vorderen Linsenfläche, einen Umlenkspiegel in der halben Brennweite des Objektivs sowie ein erstes Prismenumlenksystem vor dem Strichkreuz und ein zweites Prismenumlenksystem vor einer ersten Zwischenabbildungsebene enthält und Mittel zur Anzielung, Horizontierung und Justierung des Theodoliten, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Fernrohrsystem so zum Achsensystem des Theodoliten angeordnet ist, da der vordere Objektivhauptpunkt des Zielfernrohres mit dem Strichkreuz in dem Schnittpunkt von Stehachse, Kippachse und Zielachse des Theodoliten vorgesehen ist, um die Lage der Zielachse im Schnittpunkt von Stehachse und Kippachse sowie die Zielachsenrichtung senkrecht zur Kippachsenrichtung konstant zu halten und daß der Umlenkspiegel im Zielfernrohr in einer mit einer Justiereinheit verbundenen Führung so angeordnet ist, daß die Führungsachse und die Spiegelnormale senkrecht zur Kippachse des Theodolits vorgesehen sind.
2. Anordnung zur Winkelmessung und Richtungsfluchtung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß in der optischen Achse des Fernrohrsystems, vor dem Zielfernrohrobjektiv ein zweites Zwischenabbildungssystem vorgesehen ist, zur Abbildung eines im Strichkreuz des Objektivhauptpunktes des Zielfernrohres entstehenden Bildes eines angezielten Objektes über ein erstes vollverspiegeltes Prisma auf eine CCD-Matrix.
3. Anordnung zur Winkelmessung und Richtungsfluchtung nach Anspruch 1, mit einer Lichtquelle, einem zweiten vollverspiegelten Prisma und einem Objektiv in der optischen Achse des Fernrohrsystems, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Lichtquelle parallel und zentrisch zur optischen Achse des Fernrohrsystems abgebildet wird.
4. Anordnung zur Winkelmessung und Richtungsfluchtung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die optischen Achsen des Sucherfernrohres und des ersten Zwischenabbildungssystems zusammenfallen.
5. Anordnung zur Winkelmessung und Richtungsfluchtung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß je ein Prisma des ersten und zweiten Prismenumlenksystems eine teilverspiegelte Fläche enthält.
6. Anordnung zur Winkelmessung und Richtungsfluchtung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Umlenkspiegel im Zielfernrohr ein Tripelprisma ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

## Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Winkelmessung und Richtungsfluchtung, insbesondere mit einem Theodoliten zur Bestimmung der Form und der Abmessungen von Objekten im Nahbereich, die punktweise vermessen werden. Das betrifft hauptsächlich den Flugzeug-, Auto- und Schiffsbau, wo in Verbindung mit der Computertechnik kurzfristig Meßergebnisse über die zu vermessenden Objekte benötigt werden sowie genaue Absteckungen im Bauwesen und in der Industrie, wo Zielpunkte in unterschiedlichsten Entfernungen sehr genau ausgemessen werden müssen.

## Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Bei der Winkelmessung und Richtungsfluchtung ist für genaue Zielungen im Nahbereich nach Punkten unterschiedlichster Entfernungen die Ausschaltung des Ziellinienfehlers beim Fokussieren von großer Bedeutung. Bei älteren Fernrohren, bei denen zur Anzielung naher Objekte eine Strichplatte mit dem Okular zum Fernrohrobjektiv fokussiert wurde, veränderte sich oft durch Führungsfehler der Strichplatte beim Fokussieren die Richtung der Zielachse gegenüber der Richtung des Horizontalkreises des Theodoliten. Es wurde deshalb eine Innenfokussierung eingeführt, um durch eine Verschiebung der Tubuslinse den Ziellinienfehler klein zu halten. Es tritt dabei ein großer, sogenannter Schlotterfehler auf, da die Zielachse die Form einer Zielhyperbel annimmt, die nicht mehr durch die Stehachse des Theodoliten verläuft. Um diese Nachteile zu beseitigen, gibt es eine Vielzahl von Verfahren und Anordnungen, wie die Messung mit dem Theodolit in zwei Fernrohrlagen, in dem eine Drehung des Fernrohres um die Stehachse und Kippachse erfolgt oder wie in der SU-PS 1204 922 beschrieben, eine Drehung des Fernrohres um seine optische Achse. Beide Verfahren erfordern dazu eine große Anzahl von Anzielungen und Messungen. Aus der EP-PS 0185363 und der US-PS 4317251 ist eine Anordnung zur Kompensation des Ziellinienfehlers bekannt, die aber einen hohen Aufwand an optischen Bauteilen im Strahlengang erfordern, die wiederum neue Fehler verursachen können und aus der US-PS 3960453 ein Fernrohr, bei dem die Ziellinie auf einen räumlich festen Punkt bezogen wird. Weitere meßtechnische Lösungen sind in der US-PS 4510695 und 4509269 beschrieben. Es wurden ein Verfahren und eine Anordnung zur automatischen

Zielerfassung mit einem Theodoliten vorgeschlagen, mit denen ausgewählte Punkte eines Objektfeldes erfaßt und abgebildet werden, ohne daß eine Fokussierung durchzuführen ist, wobei das Zwischenabbildungssystem in der Stehachse des Theodoliten angeordnet ist, und eine Anordnung zur Vermeidung des Schlotterfehlers, durch eine pendelnde Aufhängung des Umlenkspiegels in dem Fernrohrstrahlengang eines goodätischen Gerätes.

### Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist eine technisch und ökonomisch einfache Anordnung zur Winkelmessung und Richtungsfluchtung, mit der eine Erhöhung der Genauigkeit der Zielerfassung, insbesondere mit einem Theodoliten, erhalten wird für eine geringe Anzahl von Anzielungen und Messungen.

### Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung zur Winkelmessung und Richtungsfluchtung insbesondere mit einem Theodoliten so zu gestalten, daß der systematische Ziellinienfehler dadurch ausgeschaltet wird, daß das Fernrohr beim Fokussieren eine konstante Richtung und Lage der Zielung beibehält und beim Anzielen der Objekte sowie beim Fluchten in unterschiedliche Entfernungen eine Teilkreisablesung erhalten oder die Zielrichtung konstant bleibt.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit einem Theodoliten, der ein Fernrohrsystem, bestehend aus einem Sucher- und einem Zielfernrohr, ein Okular und ein Achsensystem, umfaßt, wobei das Zielfernrohr ein mindestens zweilinsiges Objektiv mit einem Strichkreuz im Objektivhauptpunkt auf der vorderen Linsenfläche, einen Umlenkspiegel in der halben Brennweite des Objektivs sowie ein erstes Prismenumlenksystem vor dem Strichkreuz und ein zweites Prismenumlenksystem vor einer ersten Zwischenabbildungsebene enthält und Mittel zur Anzielung, Horizontierung und Justierung des Theodoliten dadurch gelöst, daß das Fernrohrsystem so zum Achsensystem des Theodoliten angeordnet ist, daß der vordere Objektivhauptpunkt des Zielfernrohres mit dem Strichkreuz in dem Schnittpunkt von Stehachse, Kippachse und Zielachse des Theodoliten vorgesehen ist, um die Lage der Zielachse im Schnittpunkt von Stehachse und Kippachse sowie die Zielachsenrichtung senkrecht zur Kippachsenrichtung konstant zu halten und daß der Umlenkspiegel im Zielfernrohr in einer mit einer Justiereinheit verbundenen Führung so angeordnet ist, daß die Führungsachse und die Spiegelnormale senkrecht zur Kippachse des Theodoliten vorgesehen sind. Vorteilhaft ist es, daß in der optischen Achse des Fernrohrsystems, vor dem Zielfernrohrobjektiv ein zweites Zwischenabbildungssystem vorgesehen ist, zur Abbildung eines im Strichkreuz des Objektivhauptpunktes entstehenden Bildes eines angezielten Objektes über ein erstes vollverspiegeltes Prisma auf eine CCD-Matrix, daß die Lichtquelle im Fernrohrsystem parallel und zentrisch zur optischen Achse des Fernrohrsystems abgebildet wird, daß die optischen Achsen des Sucherfernrohres und des ersten Zwischenabbildungssystems zusammenfallen und das je ein Prisma des ersten und zweiten Prismenumlenksystems eine teilverspiegelte Fläche enthält. Durch die Erfindung ist gewährleistet, daß das Fernrohr beim Fokussieren eine konstante Richtung der Zielung beibehält und damit beim Anzielen der Objekte und beim Fluchten die Teilkreisablesung erhalten bleibt oder beim Anzielen unterschiedlicher Richtungen die richtige Richtung gemessen wird, zur Ausschaltung eines Ziellinienfehlers. Das hat den Vorteil, daß eine Messung in zwei Fernrohrlagen entfällt unter Einsparung von Meßdaten und Meßzeit, und es wird eine höhere Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Anzielung von Objekten erreicht.

### Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend anhand der schematischen Zeichnung näher erläutert.

Die Figur zeigt einen Theodoliten mit einem Dreifuß 1, einer Stütze 2 mit den Stützschenkeln 5 und 6 im Schnitt dargestellt. Die Stütze 2 trägt eine Libelle 4 und ein Fernrohrsystem 3, bestehend aus einem Sucher- und Zielfernrohr. Die Vertikalachse des Theodoliten stellt dabei die Stehachse StA und gleichzeitig die vertikale Drehachse dar. Sie wird mittels der Fußschrauben 7 nach der Libelle 4 parallel zur Lotrichtung gestellt. Senkrecht zur Stehachse StA ist die horizontale Drehachse des Fernrohrsystems 3, die Kippachse KA und diese wiederum senkrecht zu einer Zielachse ZA, die die optische Achse des Zielfernrohres des Fernrohrsystems 3 darstellt, angeordnet. Das Fernrohrsystem 3 läuft dabei in Lagern 28 und 29 über eine an sich bekannte Zapfenanordnung. Das Zielfernrohr des Fernrohrsystems 3 umfaßt ein dreilinsiges Objektiv 8 mit einem Strichkreuz 10 im Objektivhauptpunkt auf der vorderen Linsenfläche sowie einen pendelnd aufgehängten Umlenkspiegel 9 in der halben Brennweite des Objektivs 8. Auf der vorderen Objektivfläche 8 sind außerdem ein Optikeil 13 mit einer Maske zur Sehfeldbegrenzung sowie die Prismen 11 und 12 zur Ablenkung des Strahlenganges des erzeugten Bildes eines angezielten Objektes angeordnet. Da das Strichkreuz 10 auf dem Objektiv 8 erfindungsgemäß im Schnittpunkt von Stehachse StA, Kippachse KA und Zielachse ZA vorgesehen ist, wird das erzeugte Bild eines angezielten Objektes mittels einer Feldlinse 14 eines ersten Prismenumlenksystems 15, eines Prismas 16 eines zweiten Prismenumlenksystems und einem ersten Zwischenabbildungssystem 17 in eine Zwischenbildebene 18 abgebildet und mit einem Okular 19 betrachtet. Der Umlenkspiegel 9 im Zielfernrohr des Fernrohrsystems 3 ist in einer Fassung 22, die mit einer bekannten, nicht näher dargestellten Justiereinheit über eine Hülse 33 verbunden ist, auf einer genauen Achse 24 verschiebbar. Die Achse 24 ist dabei verspannungsarm im Fernrohrkörper 3 gelagert und senkrecht zur Kippachse KA angeordnet. Die Hülse 33 ist über einen Mitnehmer 25 mit einer Mutter 26 sowie einer Spindel 27 gekoppelt, wobei die Spindel 27 in den Lagern 28 und 29 geführt wird. Die Spindel 27 trägt außerdem einen Fokussierknopf 30, durch dessen Drehung der Umlenkspiegel 9 solange verschoben wird, bis das im Okular 19 betrachtete Bild eines angezielten Objektes scharf erscheint, wobei eine Feder 31 dann die Lose aus einem Antriebselement drückt.

Die Zielerfassung kann auch automatisch mittels einer CCD-Matrix 33 erfolgen. Dazu bildet ein zweites Zwischenabbildungssystem 34, das aus einem zweilinsigen Objektiv besteht, über das Prisma 12 des ersten Prismenumlenksystems 15 und einem ersten vollverspiegelten Prisma 32 das Bild eines angezielten Objektes in die Ebene der CCD-Matrix 33 ab. Das Prisma 11 des ersten Prismenumlenksystems 15 trägt dabei eine teilverspiegelte, selektive Schicht. Die

gesamte Objektivbaugruppe 8 ist durch einen Halter 36, der aus einem schmalen Steg besteht, mit dem Fernrohrkörper 3 verbunden. Unter der CCD-Matrix 33 sind zusätzlich Leiterplatten 35 zur Ansteuerung angeordnet. Vor dem Objektiv 8 in der optischen Achse des Zielfernrohres und in der optischen Achse des Sucherfernrohres des Fernrohrsystems 3 ist weiterhin ein Scheinwerfersystem bestehend aus einer Leuchtdiode 38 über der optischen Achse des Sucherfernrohres sowie ein Objektiv 40 und ein erstes vollverspiegeltes Prisma 32, das ein zweites vollverspiegeltes Prisma 39 trägt, angeordnet. Das Prisma 39 lenkt dabei das Licht der Leuchtdiode 38 in das Objektiv 40 ab, daß das Licht nach unendlich abbildet. Das Sucherfernrohr des Fernrohrsystems 3 umfaßt ein Objektiv 41 und eine Strichplatte 37 sowie ein Prisma 21, wobei die optische Achse des Sucherfernrohres parallel ist mit der Zielachse ZA. Das Umlenkprisma des zweiten Prismenumlenksystems 16 kann dabei entweder schaltbar angeordnet sein oder eine selektive Schicht enthalten, und eine bekannte, nicht näher dargestellte Blende 43 blendet das Licht des Sucherfernrohres ein oder aus.

