

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Vermessungssystem nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie Vermessungsverfahren nach dem Oberbegriff von Anspruch 12 bzw. 19.

Ein gattungsgemäßes Vermessungssystem ist z.B. aus der EP 0 481 307 A2 bekannt. Diese Druckschrift offenbart ein Tachymeter mit einer GPS-(Global Positioning System)-Positionsmesseinheit, d.h. einer satellitengestützten Positionsmesseinheit, wobei sowohl die Visiereinrichtung, d.h. das eigentliche Tachymeter, als auch der vom Tachymeter anzuvisierende Reflektorstab mit einer satellitengestützten Positionsmesseinheit ausgestattet ist.

Die satellitengestützte Positionsmesseinheit erfordert allerdings freie Sichtlinien zu mindestens vier Satelliten. Damit ist der Einsatz der satellitengestützten Positionsmesseinheit in Häuserschluchten, bei der Vermessung von Hausecken, unter Bäumen, unter Brücken, in Geländeeinschnitten und in Gebäuden eingeschränkt bzw. unmöglich.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein gattungsgemäßes Vermessungssystem bereitzustellen, welches auch in schwierigen Vermessungssituationen zuverlässige Vermessungsergebnisse ermöglicht.

Diese Aufgabe wird bei einem Vermessungssystem mit einer Visiereinrichtung dadurch gelöst, dass das Vermessungssystem eine als trägheitsgestützte Messeinrichtung ausgebildete zusätzliche Positionsmesseinheit umfasst.

Eine trägheitsgestützte Messeinrichtung kann Beschleunigungsmesser und/oder Kreisel und vorzugsweise jeweils drei Beschleunigungsmesser und drei Kreisel umfassen und kann sowohl eine Information über die Orientierung im Raum als auch eine dem Koordinatenunterschied zwischen Start- und Endpunkt einer Verlagerung der trägheitsgestützten Messeinrichtung entsprechende Information liefern.

Durch die Erfindung können die von der Visiereinrichtung erfassten Positionswerte durch die trägheitsgestützte Messeinrichtung abgesichert und/oder ergänzt werden, ohne auf eine freie Sichtverbindung zu mindestens vier Satelliten angewiesen zu sein.

Wenn das Vermessungssystem einen von der Visiereinrichtung anzuvisierenden, relativ zur Visiereinrichtung bewegbaren Zielpunktträger umfasst und die trägheitsgestützte Messeinrichtung an dem Zielpunktträger angeordnet ist, kann das Vermessungssystem auch bei einer unterbrochenen Sichtverbindung zwischen der Visiereinrichtung und dem Zielpunktträger die Position des Zielpunktträgers bestimmen.

Bei einer weiteren Ausführungsform umfasst die Visiereinrichtung eine Zielpunktträgersucheinrichtung, welche den Zielpunktträger mittels der Messwerte automatisiert sucht, die von der am Zielpunktträger angeordneten trägheitsgestützten Messeinrichtung geliefert werden. Dadurch kann das Anvisieren des Zielpunktträgers in seiner Zeitdauer erheblich verringert werden.

Bei einer weiteren Ausführungsform umfasst der Zielpunktträger eine Sendeeinheit, welche von der trägheitsgestützten Messeinrichtung erfasste Mess-

werte zu einer Auswerteeinheit des Vermessungssystems sendet. Damit können die von der trägheitsgestützten Messeinrichtung erfassten Messwerte zeitgleich mit den von der Visiereinrichtung erfassten Winkel- und Entfernungswerten verarbeitet werden, wobei die bekannten Driftprobleme von trägheitsgestützten Messeinrichtungen durch Abgleich mit den Messwerten von der Visiereinrichtung korrigierbar sind.

Es kann aber auch der Zielpunktträger einen Messwertespeicher umfassen, welcher von der trägheitsgestützten Messeinrichtung erfasste Messwerte speichert. Bei dieser Variante werden die von der Visiereinrichtung erfassten und die trägheitsgestützt erfassten Messwerte am Ende eines Vermessungsabschnitts abgeglichen, wobei noch nicht einmal eine Funkverbindung zwischen dem Zielpunktträger und der Visiereinrichtung möglich sein muss.

Bei einer weiteren Gruppe von Ausführungsformen ist die trägheitsgestützte Messeinrichtung an der Visiereinrichtung angeordnet. Dadurch können die z.B. bei einem Theodoliten oder Tachymeter durch Teilkreismessungen erfassten Orientierungsdaten der Visiereinrichtung auch von der trägheitsgestützten Messeinrichtung geliefert werden. Dabei ist es auch nicht notwendigerweise erforderlich, dass der Zielpunkt an einem Zielpunktträger angeordnet ist.

Bei diesen Ausführungsvarianten kann der Standpunkt der Visiereinrichtung innerhalb eines Vermessungsabschnitts in Hinblick auf eine bessere Einsehbarkeit des Zielpunkts verlagert werden, wobei die Koordinaten- und Winkeldifferenz zum vorhergehenden Standpunkt von der trägheitsgestützten Messeinrichtung geliefert wird.

Wenn die Visiereinrichtung und die trägheitsgestützte Messeinrichtung in einer Freihandeinheit zusammengefasst sind, kann auf eine Abstützung des Vermessungssystems auf einem massigen Stativ oder Pfeiler verzichtet werden. Somit ist durch die Erfindung ein hochmobiles Vermessungssystem möglich, welches z.B. wie ein Feldstecher handhabbar ist.

Wenn bei einem Vermessungssystem mit Zielpunktträger sowohl die Visiereinrichtung als auch der Zielpunktträger eine trägheitsgestützte Messeinrichtung aufweisen, können die im vorhergehenden angeführten Vorteile miteinander kombiniert werden.

Es können die bewährten Vermessungssysteme noch verbessert werden, wenn die Visiereinrichtung ein Messfernrohr eines Theodoliten oder eines Tachymeters ist und z.B. der Zielpunktträger einen Reflektor umfasst.

Gegenstand der Erfindung sind ferner die Vermessungsverfahren nach den Ansprüchen 11 bis 18, welche durch die erfindungsgemässen Vermessungssysteme ermöglicht werden.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemässen Vermessungssystems;

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer weite-

ren Ausführungsform des erfindungsgemässen Vermessungssystems; und

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer typischen, mit dem erfindungsgemässen Vermessungssystem in einfacher Weise lösbaren Vermessungsproblematik.

In Fig. 1 ist ein erfindungsgemässes Vermessungssystem 1 schematisch dargestellt. Das Vermessungssystem 1 umfasst eine Visiereinrichtung 2 mit einem Fernrohr 3, mit dem ein Zielpunkt 5 anvisiert wird, um die Winkellage und die Entfernung des Zielpunkts 5 in Bezug auf die Visiereinrichtung 2 messen zu können. Der als Reflektor ausgebildete Zielpunkt 5 ist zusammen mit einer trägheitsgestützten Messeinrichtung 7 an einem stabförmigen Zielpunktträger 9 angeordnet.

Das Messfernrohr 3 ist um eine Vertikalachse drehbar und um Horizontalachsen verschwenkbar kardanisch an einem Stativ 11 angeordnet und umfasst eine die Entfernung zum Zielpunkt 5 messende Entfernungsmesseinrichtung 13, wodurch bei bekanntem Standpunkt des Messfernrohrs 3 die Lage des Zielpunkts 5 bestimmt werden kann.

Über eine der trägheitsgestützten Messeinrichtung 7 zugeordnete Sendeantenne 15 und eine Empfangsantenne 17 einer Auswerteeinheit 19 des Vermessungssystems 1 werden bei Verlagerung des Zielpunkts 5 von der trägheitsgestützten Messeinrichtung 7 gelieferte Messwerte an die Auswerteeinheit 19 übertragen. Die Auswerteeinheit 19 ist über eine Datenleitung 21 auch mit der Visiereinrichtung 2 verbunden. Über die Datenleitung 21 können von der Visiereinrichtung 2 erfasste Winkel- und/oder Entfernungsdaten an die Auswerteeinheit 19 übermittelt werden.

Die Visiereinrichtung 2 weist auch eine Zielpunktträgersucheinrichtung 14 auf, welche die von der Auswerteeinheit 19 empfangenen Signale der trägheitsgestützten Messeinrichtung 7 dazu benutzt, das Messfernrohr 3 auf den Zielpunktträger 9 auszurichten.

Selbstverständlich könnte die Auswerteeinheit 19 auch direkt an der Visiereinrichtung 2 oder am Zielpunkt 5 angeordnet sein, wobei die letztere Alternative eine Funkverbindung zwischen der Visiereinrichtung 2 und der Auswerteeinheit erfordert.

Der trägheitsgestützten Messeinrichtung 7 sind ein Messwertspeicher 18 und eine Anzeigeeinheit 20 zugeordnet, welche am Zielpunktträger 9 angeordnet sind. In dem Messwertspeicher 18 können die von der trägheitsgestützten Messeinrichtung 7 gelieferten Messwerte und ggf. weitere Daten, z.B. vorbestimmte Positionen für eine Absteckung, abgespeichert werden, wobei diese Daten von der Anzeigeeinheit 20 der Bedienperson des Zielpunktträgers 9 angezeigt werden.

Ferner weist die Auswerteeinheit 19 eine Anzeige- und Bedieneinrichtung 23 auf, über welche die Vermessungsergebnisse angezeigt werden und das Vermessungssystem 1 bedient werden kann.

In Fig. 2 ist ein weiteres, als Freihand-Theodolit oder Freihand-Tachymeter ausgebildetes Vermessungssystem 25 dargestellt. Die Visiereinrichtung dieses Vermessungssystems 25 ist als Feldstecher

29 ausgebildet und umfasst eine trägheitsgestützte Messeinrichtung 27, welches die Orientierung des Feldstechers 29 gegenüber einer Anfangs- bzw. Nullrichtung messen kann. Die Anfangs- bzw. Nullrichtung selbst wird z.B. durch Anvisieren eines bekannten Fernpunkts festgelegt.

In seiner Ausführungsform als Freihand-Tachymeter ist das Vermessungssystem 25 ferner mit einem elektronischen Distanzmesser ausgestattet.

Das Vermessungssystem 25 kann reflektorlos betrieben werden, d.h. es kann auch ohne Zielpunktträger im Einmannbetrieb verwendet werden.

Dabei können von einem gegebenen Standpunkt des Vermessungssystems 25 aus ein oder mehrere Zielpunkte vermessen werden und anschliessend kann das Vermessungssystem 25 zu einem neuen Standpunkt verlagert werden, von dem aus andere oder auch dieselben Zielpunkte vermessen werden.

Die trägheitsgestützte Messeinrichtung 27 liefert dabei die Orts- und Winkelkoordinaten der Visiereinrichtung 29 relativ zu den Orts- und Winkelkoordinaten des Anfangsstandpunkts.

In Fig. 3 ist eine Vermessungssituation skizziert, bei der die Positionskoordinaten bestimmter Ortspunkte mithilfe eines erfindungsgemässen Vermessungssystems, z.B. des Vermessungssystems 1 von Fig. 1, vermessen bzw. aufgenommen werden sollen.

Dabei ist mit 31 der Standpunkt der Visiereinrichtung gekennzeichnet. 33 und 35 bezeichnen Hindernisse, z.B. Gebäude, welche die Sicht versperren. Die Vermessung des Ortspunkts 37 erfolgt mit einem bei 37 angeordneten Zielpunktträger mittels einer Winkel- und Entfernungsmessung zum Standpunkt 31 der Visiereinrichtung. Wenn der mit trägheitsgestützter Messeinrichtung ausgestattete Zielpunktträger von dem Standpunkt 31 der Visiereinrichtung zu dem Ortspunkt 37 bewegt worden ist, kann die trägheitsgestützte Messeinrichtung eine weitere Orts- und Winkelinformation liefern.

Anschliessend wird der Zielpunktträger zu dem nächsten, zu vermessenden bzw. aufzunehmenden Ortspunkt 39 gebracht. Die Positionskoordinaten des Ortspunkts 39 können auf Grund der Sichtverbindung zwischen der Visiereinrichtung und dem Ortspunkt 39 sowohl tachymetrisch mit der Visiereinrichtung als auch inertial mit der trägheitsgestützten Messeinrichtung bestimmt werden.

Am nächsten zu vermessenden Ortspunkt 41 ist die Sichtverbindung zur Visiereinrichtung unterbrochen. Die Ortskoordinaten dieses Ortspunkts 41 können aber immer noch mit der trägheitsgestützten Messeinrichtung bestimmt werden, ohne die Visiereinrichtung, wie es früher erforderlich war, zu einem neuen Standpunkt mit freier Sichtverbindung zum Ortspunkt 41 bringen zu müssen.

Im nächsten Messpunkt 43 können die Positionskoordinaten auf Grund der nun wieder bestehenden Sichtverbindung zur Visiereinrichtung sowohl tachymetrisch als auch inertial und dadurch mit erhöhter Genauigkeit und/oder Zuverlässigkeit bestimmt werden.

Dagegen ist bei den darauf folgenden Messpunkten 45, 47, 49, 51 und 53 eine Positionskoordinaten-Bestimmung nur dank der trägheitsgestützten Messeinrichtung möglich.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Erst im Messpunkt 55 ist wieder eine freie Sichtverbindung von der Visiereinrichtung zu dem Zielpunktträger vorhanden, wodurch wieder ein Abgleich der inertialen Messwerte mit den tachymetrischen Messwerten möglich ist.

Der beschriebene Messvorgang ist sowohl mit simultaner Übertragung der inertialen Messwerte an eine am Standpunkt 31 der Visiereinrichtung angeordnete Auswerteeinheit möglich, als auch mit Abspeicherung der inertialen Messwerte in einem am Zielpunktträger angeordneten Messwertspeicher, dessen gespeicherte Messwerte erst am Ende des Vermessungsvorgangs, d.h. dann, wenn der Zielpunktträger wieder am Standpunkt 31 ist, in die Auswerteeinheit eingegeben werden.

Anhand von Fig. 3 wird auch ein Vermessungsverfahren verständlich, bei dem ein Gelände abgesteckt wird, d.h. im Gelände koordinatenmässig vorbekannte Ortspunkte gesucht und markiert werden.

Dabei wird der Zielpunktträger zu den Ortspunkten 37, 39, 43 und 45 unter Steuerung der am Standpunkt 31 angeordneten Visiereinrichtung und unter Steuerung der am Zielpunktträger angeordneten trägheitsgestützten Messeinrichtung gebracht. Das Aufsuchen der abzusteckenden Ortspunkte 41, 45, 47, 49, 51 und 53 ohne Sichtverbindung zur Visiereinrichtung erfolgt nur mithilfe der trägheitsgestützten Messeinrichtung, wobei der Zielpunktträger eine Anzeigeeinrichtung für die Bedienperson des Zielpunktträgers aufweist, welche der Bedienperson die von der trägheitsgestützten Messeinrichtung gelieferten, aktuellen Ortskoordinaten und die abzusteckenden Positionen anzeigt.

Patentansprüche

1. Vermessungssystem (1; 25) mit einer Visiereinrichtung (2; 29) und einer zusätzlichen Positionsmesseinheit (7; 27), dadurch gekennzeichnet, dass die Positionsmesseinheit eine trägheitsgestützte Messeinrichtung (7; 27) ist.

2. Vermessungssystem (1) nach Anspruch 1, wobei das Vermessungssystem (1) einen von der Visiereinrichtung (2) anzuvisierenden, relativ zur Visiereinrichtung (3) bewegbaren Zielpunktträger (9) umfasst und die trägheitsgestützte Messeinrichtung (7) an dem Zielpunktträger (9) angeordnet ist.

3. Vermessungssystem (1) nach Anspruch 2, wobei die Visiereinrichtung (2) eine Zielpunktträgersucheinrichtung (14) umfasst, welche von der am Zielpunktträger (9) angeordneten trägheitsgestützten Messeinrichtung (7) gelieferte Messwerte zur automatischen Suche des Zielpunktträgers (9) heranzieht.

4. Vermessungssystem (1) nach Anspruch 2 oder 3, wobei der Zielpunktträger (9) eine Sendeeinheit (15) umfasst, welche zu einer Auswerteeinheit (19) des Vermessungssystems (1) von der trägheitsgestützten Messeinrichtung (7) erfasste Messwerte sendet.

5. Vermessungssystem (1) nach Anspruch 2 oder 3, wobei der Zielpunktträger (9) einen Messwertspeicher (18) umfasst, welcher von der trägheitsgestützten Messeinrichtung (7) erfasste Messwerte speichert.

6. Vermessungssystem (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, wobei der Zielpunktträger (9) eine Anzeigeeinheit (20) zur Anzeige der Messwerte der trägheitsgestützten Messeinrichtung (7) und ggf. vorbestimmter Koordinatenwerte aufweist.

7. Vermessungssystem (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 6, wobei der Zielpunktträger (9) einen Reflektor (5) umfasst.

8. Vermessungssystem (25) nach Anspruch 1, wobei die trägheitsgestützte Messeinrichtung (27) an der Visiereinrichtung (29) angeordnet ist.

9. Vermessungssystem (25) nach Anspruch 8, wobei die Visiereinrichtung (29) und die trägheitsgestützte Messeinrichtung (27) in einer Freihandeeinheit (25) zusammengefasst sind.

10. Vermessungssystem nach einem der Ansprüche 2 bis 7 und Anspruch 8 oder 9, wobei sowohl die Visiereinrichtung (29) als auch der Zielpunktträger (9) eine trägheitsgestützte Messeinrichtung (27; 7) aufweisen.

11. Vermessungssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Visiereinrichtung (2) ein Messfernrohr (3) eines Theodoliten oder eines Tachymeters ist.

12. Vermessungsverfahren unter Verwendung eines Vermessungssystems nach Anspruch 2, wobei ausgehend von einer Anfangsposition (31 bzw. 37) des Zielpunktträgers (9) der Zielpunktträger (9) zu weiteren, zu vermessenden Positionen (39, 41, 43, 45, 47, 49, 51, 53, 55) bewegt wird, dadurch gekennzeichnet, dass von der trägheitsgestützten Messeinrichtung (7) gelieferte, dem zurückgelegten Weg des Zielpunktträgers (9) entsprechende Messwerte zur Vermessung der Position des Zielpunktträgers (9) verwendet werden.

13. Vermessungsverfahren nach Anspruch 12, wobei die Position des Zielpunktträgers (9) tachymetrisch mittels der Visiereinrichtung (2) und mittels der von der trägheitsgestützten Messeinrichtung (7) gelieferten Messwerte vermessen wird.

14. Vermessungsverfahren nach Anspruch 12 oder 13, wobei bei unterbrochener Sichtverbindung zwischen der Visiereinrichtung (2) und dem Zielpunktträger (9) die Position des Zielpunktträgers (9) ausschliesslich mittels der von der trägheitsgestützten Messeinrichtung (7) gelieferten Messwerte vermessen wird.

15. Vermessungsverfahren nach Anspruch 14, wobei bei wiederhergestellter Sichtverbindung zwischen der Visiereinrichtung (2) und dem Zielpunktträger (9) die mittels der trägheitsgestützten Messeinrichtung (7) erhaltenen Vermessungsergebnisse mit den tachymetrisch erhaltenen Vermessungsergebnissen abgeglichen werden.

16. Vermessungsverfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15, wobei die Messwerte der trägheitsgestützten Messeinrichtung (7) von einer dem Zielpunktträger (9) zugeordneten Sendeeinheit (15) an eine Auswerteeinheit (19) des Vermessungssystems (1) gesendet werden.

17. Vermessungsverfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15, wobei die Messwerte der trägheitsgestützten Messeinrichtung (7) von einem dem Zielpunktträger (9) zugeordneten Messwertspeicher (18) gespeichert werden.

18. Vermessungsverfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 17, wobei die zu vermessenden Positionen (39, 41, 43, 45, 47, 49, 51, 53, 55) vorgeplant werden und die Verbringung des Zielpunktträgers (9) von der Anfangsposition (31 bzw. 37) zu den zu vermessenden Positionen (39, 41, 43, 45, 47, 49, 51, 53, 55) von der trägheitsgestützten Messeinrichtung (7) gesteuert wird.

19. Vermessungsverfahren unter Verwendung eines Vermessungssystems (25) nach Anspruch 8, wobei ausgehend von einem Anfangsstandpunkt (31) der Visiereinrichtung (29) die Visiereinrichtung (29) zu weiteren Standpunkten (43, 47) bewegt wird, dadurch gekennzeichnet, dass von der trägheitsgestützten Messeinrichtung (27) gelieferte, dem zurückgelegten Weg der Visiereinrichtung (27) entsprechende Messwerte zur Vermessung verwendet werden.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

5

