



①9



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

①1 **CH 694 383 A8**

⑤1 Int. Cl.⁷: **G 01 C 005/00**
G 01 C 015/06

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

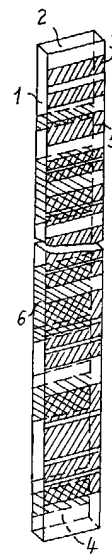
①2 **PATENTSCHRIFT A5**

②1 Gesuchsnummer:	01136/99	⑦3 Inhaber:	Trimble Jena GmbH, Carl-Zeiss-Promenade 10 07745 Jena (DE)
②2 Anmeldungsdatum:	17.06.1999		
③0 Priorität:	17.06.1998 DE 198 26 873.4	⑦2 Erfinder:	Dipl. Phys. Thomas Marold, Dorothea-Veit-Strasse 35 07747 Jena (DE) Dr. Wieland Feist, Friedrich-Wolf-Strasse 6 07743 Jena (DE)
②4 Patent erteilt:	15.12.2004		
④5 Patentschrift veröffentlicht:	15.12.2004		
④8 Veröffentlichung der Berichtigung:	15.03.2005	⑦4 Vertreter:	Bovard AG, Patentanwälte, Optingenstrasse 16 3000 Bern 25 (CH)

⑤4 **Digitalmesslatte, insbesondere Digitalnivellierlatte.**

⑤7 Die Erfindung betrifft eine Digitalmesslatte (1), welche eine geschlossene Umfangsfläche besitzt und welche in Verbindung mit Nivellieren, insbesondere mit Digitalnivellieren, angewendet wird.

In Längserstreckung der Nivellierlatte (1) ist auf mindestens zwei Teilflächen (3; 4) der Umfangsfläche mindestens je eine codierte Teilung (5; 6; 12; 12') angeordnet ist, wobei sich die auf einer Teilfläche (3) angeordnete mindestens eine codierte Teilung (5) von der auf der anderen Teilfläche (4) angeordneten mindestens einen codierten Teilung (6) um einen Massstabsfaktor $k \neq 1$ unterscheiden.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Digitalmesslatte nach dem Oberbegriff des ersten Anspruchs, welche vorwiegend in Verbindung mit Nivellieren, insbesondere mit Digitalnivellieren, benutzt wird.

Es ist bekannt, für das Nivellement Digitalnivelliere einzusetzen. Das Messprinzip entspricht bis auf die Ablesung des Messwertes, die elektronisch erfolgt, dem optischer Nivelliere. Hierbei ergibt sich jedoch ein Problem. Die kürzeste Zielweite eines optischen Nivelliers wird üblicherweise gleich der kürzesten Messentfernung definiert, auf die das Fernrohr des Nivelliers fokussiert werden kann. Dabei ist es gerade bei Nivellieren niedriger Genauigkeit und den dazugehörigen Latten mit Zentimeterteilung (E-Latten) üblich, dass bei dieser kürzesten Zielweite eine eindeutige Messwertgewinnung aus dem Fernrohrbild allein gar nicht möglich ist, da kein vollbezahltes Dezimeterintervall im Fernrohrsefeld zu erkennen ist. Der Messgehilfe, der die Latte hält, fährt in diesem Falle gewöhnlich mit dem Finger oder einem Bleistift die Latte entlang. Wenn der Beobachter diesen im Fernrohrsefeld sieht, liest der Messgehilfe an der Latte den Dezimeterwert ab und zählt die Zentimeterstriche. Diese Art der Messwertgewinnung ist natürlich mit grossen Fehlerquellen behaftet, und subjektiv bedingte Fehler sind nicht auszuschliessen.

Aus den US 4 378 638 und US 4 060 909 sind Messlatten für geodätische Messungen bekannt, welche auf zwei gegenüberliegenden Flächen mit jeweils unterschiedlichen Teilungen versehen sind, welche keine codierten Teilungen darstellen. Auch bei Messungen mit diesen Latten müssen die oben genannten Nachteile in Kauf genommen werden. Automatisierte Messungen, z.B. in Verbindung mit Digitalnivellieren, können mit diesen Messlatten nicht vorgenommen werden.

Bei Digitalnivellieren ist die oben genannte Verfahrensweise mit der Codeteilung nicht möglich. Es ist hierzu bekannt, bei Latten für Digitalnivelliere auf der Rückseite eine Zentimeter- oder Millimeterteilung aufzubringen, um die Messung bei der kürzesten Fokussierungsentfernung des Nivelliers in bekannter Weise visuell durchzuführen. Das hat jedoch den Nachteil, dass bei Messentfernungen unterhalb der kürzesten Zielweite des elektronischen Messsystems nur visuell gemessen werden kann und die Messwerte dann von Hand in das Gerät eingegeben werden müssen, was eine Ursache für Messfehler bedeutet.

Aus der DE 3 739 664 ist eine Lattenteilung für ein Digitalnivellier bekannt, die es gestattet, einen relativ grossen Entfernungsbereich zu überbrücken. Die kürzeste Zielweite ist dadurch gegeben, dass immer mindestens ein vollständiges Codewort erkennbar sein muss. In der DE 4 338 038 ist ein Weg gezeigt, die kürzeste Zielweite gegenüber der DE 3 739 664 durch einen zusätzlichen Code mit halber Länge etwa zu halbieren. In der DE 3 424 806 wird zu diesem Zweck ebenfalls ein Feincode oder eine Zoomoptik genannt. Eine Zoomoptik hat jedoch den Nachteil, dass sie das Gerät verteuert und die Einflussmöglichkeiten optischer Fehler vergrössert werden. In der DE 19 723 654 wird ebenfalls ein Feincode vorgeschlagen.

Aus der Zeitschrift für «Vermessung und Raumordnung», 57. Jahrgang, Heft 2, Seite 66 ist bekannt, dass sich die grösste Zielweite eines Digitalnivelliers ergibt, wenn für das kleinste Codeelement g , welches bei der grössten Zielweite $D_{\max}$ noch aufgelöst werden muss, ein gewisses Oversampling OV erfüllt ist, das heisst, z.B. zwei Pixel auf jedes zu erkennende Bildelement kommen.

$$5 \quad \text{Es gilt: } g * f \geq D_{\max} * p * OV. (1)$$

Dabei sind:

f die Brennweite des Fernrohrobjektivs des Digitalnivelliers,

15 g die Breite des Codeelements,

$D_{\max}$ die maximale Zielweite,

p die Pixelgrösse,

OV das Oversampling, d.h. die Anzahl der Pixel pro Codeelement

20 Wiederum ergibt sich die kürzeste Zielweite, wenn noch mindestens ein Codewort sicher und vollständig gelesen werden kann:

$$N * g * f \leq D_{\min} * p * Z. (2)$$

25 Es sind:

N die Anzahl der Bits im Codewort,

$D_{\min}$ die kürzeste Zielweite,

Z die Pixelzahl.

30 Der mögliche Messbereich eines Digitalnivelliers wird voll ausgenutzt, wenn die Ungleichzeichen aus den Gleichungen (1) und (2) entfernt werden. Die linken Seiten beider Gleichungen können dann gleichgesetzt werden, womit sich nach einigen Umformungen ergibt

$$35 \quad Z = N * OV * D_{\max} / D_{\min}. (3)$$

Gleichung (3) zeigt, dass mit der Pixelzahl des CCD-sensors, dem erforderlichen Oversampling bei der grössten Zielweite und der Mindestbitzahl bei der kürzesten Zielweite, das Distanzverhältnis, bei dem ein Digitalnivellier arbeiten kann, festliegt.

40 Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Digitalmesslatte für Digitalnivelliere zu schaffen, mit der es ermöglicht wird, Messungen mit Digitalnivellieren in einem vergrösserten Entfernungsbereich mit hoher Genauigkeit durchführen zu können.

Erfindungsgemäss wird diese Aufgabe mit einer Digitalnivellierlatte gelöst, welche durch die im kennzeichnenden Teil des ersten Anspruchs dargelegten Mittel gekennzeichnet ist.

50 So ist es vorteilhaft, wenn auf mindestens zwei Teilflächen der Umfangsfläche der Messlatte mindestens je eine codierte Teilung angeordnet ist, wobei sich die auf einer Teilfläche angeordnete mindestens eine codierte Teilung von der auf der anderen Teilfläche angeordneten mindestens einen codierten Teilung um einen Massstabsfaktor $k \neq 1$ unterscheiden. So ist vorteilhaft $k > 1$ zu wählen, wenn Messungen bei grossen Zielweiten, also im Fernbereich, vorgenommen werden sollen. Die hierbei benutzte codierte Teilung ist gröber geteilt als die andere, für den Nahbereich zu benutzende Teilung, die dann auf einer anderen Teilfläche der Messlatte angeordnet ist

Die Erfindung ist ferner geeignet, bei Digitalmesslatten unterschiedlicher Querschnittsform angewendet zu werden. So kann die Messlatte einen drei- oder viereckigen, kreis- oder ellipsenförmigen Querschnitt besitzen. Hierbei können jedoch auch noch andere, hier nicht aufgeführte Querschnittsformen, wie beispielsweise solche mit einem mehr als vier Ecken besitzenden Querschnitt, Anwendung finden.

In den meisten Anwendungsfällen werden jedoch Digitalmesslatten mit einer rechteckigen Querschnittsfläche verwendet, sodass es vorteilhaft ist, wenn auf sich gegenüberliegenden Teilflächen einer Messlatte mit viereckigem Querschnitt mindestens je eine codierte Teilung angeordnet ist, wobei die mindestens eine codierte Teilung auf der einen Teilfläche gegenüber der mindestens einen codierten Teilung auf der anderen Teilfläche um einen Massstabfaktor k vergrößert oder verkleinert ist, wobei $1 > k > 0$ und $k > 1$, also k ungleich 1 ist.

Vorteilhaft ist es weiterhin, wenn die Nullpunkte der auf den Teilflächen angeordneten, codierten Teilungen übereinstimmen.

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1 eine Digitalmesslatte mit auf gegenüberliegenden Flächen angeordneter codierter Teilung,

Fig. 2 die Vorderseite einer erfindungsgemässen Nivellierlatte,

Fig. 3 die Rückseite einer erfindungsgemässen Nivellierlatte und

Fig. 4 die Rückseite einer erfindungsgemässen Nivellierlatte ohne Code für kurze Entfernungen als weitere Ausführungsform.

In Fig. 1 als Beispiel eine erfindungsgemässe Digitalmesslatte 1 mit einer rechteckigen Querschnittsfläche 2 dargestellt, welche auf zwei sich gegenüberliegenden Teilflächen 3 und 4 ihrer geschlossenen Umfangsfläche je eine codierte Teilung 5 und 6 aufweist. Diese beiden codierten Teilungen 5 und 6 weisen um den Faktor k unterschiedliche Massstäbe auf, wobei dieser Faktor $k \neq 1$ ist und auch Werte kleiner als 1 annehmen kann.

Die Fig. 2 zeigt den Beginn der codierten Teilung 5 auf der Teilfläche 3 der Messlatte 1 mit Codestrichen 7; 8, deren Anordnung sich in an sich bekannter Weise aus der Lehre der DE 3 739 664 ergibt. Durch die Überlagerung eines pseudostochastischen Codes mit einem Bi-Phasecode sind nur zwei verschiedene Codestrichbreiten 1 cm und 2 cm erforderlich. Zusätzliche Codestriche 9; 9' für das Arbeiten mit kurzen Zielweiten sind nach der Lehre der DE 4 338 038 gestaltet. Diese Striche 9; 9' haben in der Praxis etwa 1 mm Breite.

Die Fig. 3 zeigt den Beginn der codierten Teilung 6 auf der der Teilfläche 3 gegenüberliegenden Teilfläche 4 der Digitalmesslatte 1 mit Codestrichen 10; 10'. Die Codestriche 10; 10' sind in der gleichen Weise angeordnet, wie auf der anderen Teilfläche 3, jedoch in diesem Falle mit um den Faktor $k = 4$ vergrößerten Breiten.

Die in Fig. 4 gezeigte weitere Ausführungsform der Erfindung, deren eine Teilfläche 11 mit der codierten Teilung 11 dargestellt ist enthält auf dieser

Teilfläche 11 gleiche Codestriche 12; 12', die den Codestrichen 10; 10' entsprechend Fig. 3 analog sind. Bei der Digitalmesslatte nach Fig. 4 sind die Codestriche 13; 14 (Fig. 3), die bei den Messungen für kurze Zielweiten herangezogen werden, jedoch weggelassen. Da die codierte Teilung nach den Fig. 3 oder 4 vorrangig für grössere Zielweiten verwendet wird, können die Codestriche 13; 14 entfallen.

Die Arbeitsweise mit einer erfindungsgemässen Digitalmesslatte 1 soll im Folgenden erläutert werden.

Die Digitalmesslatte 1 hat beispielsweise eine Länge von 4 m. Auf der vorderen Teilfläche 3 der Latte ist die in Fig. 2 gezeigte codierte Teilung 5 in voller Länge der Latte bis zum Ende des vierten Lattenmeters aufgebracht. Gegenüber dem in Gleichung (1) angegebenen Stand kann nun die Brennweite des Objektivs des Digitalnivelliers beispielsweise um den Faktor zwei verkleinert werden, da die in Fig. 2 gezeigte Lattenseite nicht mehr bis zur grössten Zielweite $D_{\max}$ benutzt werden muss, sondern man verwendet demgegenüber die in Fig. 3 bzw. Fig. 4 dargestellten, um den Massstabfaktor $k = 4$ veränderten codierten Teilungen. Damit ergibt sich nach Gleichung (2) eine Verringerung der kürzesten Zielweite $D_{\min}$ um den Faktor zwei, weil der Abbildungs-massstab gleichfalls um den Faktor zwei abnimmt.

Für grosse Zielweiten wird die gegenüberliegende Teilfläche 4 der Digitalmesslatte 1 benutzt, bei der die vergrößerte codierte Teilung, wie in Fig. 3 oder Fig. 4 dargestellt, aufgebracht ist. Da diese codierte Teilung beispielsweise um den Faktor «vier» vergrößerte Codestriche 10; 10'; 12; 12'; 15; 16 hat, vergrößert sich nach Gleichung (1) die maximale Zielweite $D_{\max}$ ebenfalls um den Faktor «vier», wenn die Brennweite f des Objektivs des Digitalnivelliers beibehalten wird. Da in diesem Ausführungsbeispiel die Brennweite jedoch gegenüber dem nach Gleichung (1) erforderlichen Wert um den Faktor «zwei» verringert wurde, um mit der Teilfläche 3 nach Fig. 2 eine Verringerung der kürzesten Zielweite $D_{\min}$ um den Faktor «zwei» zu erzielen, bleibt immer noch eine Vergrößerung der möglichen Zielweite mit diesem Nivellier von $D_{\max}$ um den Faktor «zwei» übrig. Insgesamt ergibt sich eine Vergrößerung des Messbereichs um den Faktor «vier», da die kleinste und die grösste Zielweite gegenüber dem durch die Gleichungen (1) bis (3) gegebenen Stand um den Faktor «zwei» erweitert sind.

Für die Teilung 6 bzw. 12 der Teilfläche 4 nach Fig. 3 oder Fig. 4 wird der Code benutzt, der sich bei Fortsetzung des Codes nach Fig. 3 über den vierten Lattenmeter hinaus ergeben würde. Da der Code um den Faktor vier gestreckt ist, ist ein weiterer Meter Code erforderlich (der fünfte Lattenmeter), um die vier Meter Lattenrückseite vollständig zu überdecken.

Die Auswertung erfolgt in der Weise, dass, wenn der Messwert im Entfernungsbereich null bis vier Meter liegt, und Codeworte aus dem Bereich von null bis vier Meter gelesen wurden, der Messwert direkt angezeigt wird. Entsteht ein Messwert H im Entfernungsbereich von vier bis fünf Meter und werden Codeworte aus dem Bereich grösser vier Meter gelesen, wird vom Messwert 4 m abgezogen und der entstehende Rest mit vier multipliziert angezeigt. Da-

mit kann das Gerät selber erkennen, welche der Teilflächen 3 oder 4 der Messlatte 1 benutzt wird, und entsprechende Fehlermöglichkeiten sind ausgeschaltet. Dem Gerät muss dazu lediglich im Bedienmenü mitgeteilt werden, dass mit der erfindungsgemässen Messlatte 1 gemessen wird und nicht mit einer normalen 5-m-Latte. Der Messgehilfe kann im grössten Teil des Zielweitenbereiches, in dem gemessen werden soll, sowohl die codierte Teilung 5 als auch die Teilung 6 benutzen, nur im Bereich der kurzen Zielweiten muss die Teilung 5 nach Fig. 2 benutzt werden. Im Bereich grosser Zielweiten, zum Beispiel bei Flussübergangsnivellements, muss die codierte Teilung 6 (Fig. 3) bzw. 12; 12' (Fig. 4) auf der gegenüberliegenden Teilfläche 4 benutzt werden, wobei der Zielweitenbereich bei Benutzung der Teilung 12; 12' nach Fig. 4 noch etwas grösser ist.

Der Code der Teilungen auf den einzelnen Teilflächen der Digitalmesslatte kann verschieden sein, um jegliche Verwechslungsmöglichkeit auszuschliessen. In diesem Fall werden unterschiedliche codeerzeugende Pseudozufallsfolgen für die einzelnen Teilflächen verwendet. Es ist in diesem Fall auch möglich, dass die codierten Teilungen auf den unterschiedlichen Teilflächen denselben Nullpunkt haben.

Der Massstabsfaktor k zwischen den einzelnen Teilungen 5; 6 der Latte 1 muss nicht ganzzahlig sein. Die Ganzzahligkeit erleichtert jedoch die Kalibrierung der Latte.

Die Digitalmesslatte 1 kann auch mit einem anderen Querschnitt als mit einem rechteckigen Querschnitt ausgebildet sein. So sind runde, ellipsenförmige, dreieckige und auch vieleckige Querschnitte denkbar. Es muss nur gewährleistet sein, dass mehrere codierte Teilungen in Längserstreckung der Messlatte auf den einzelnen Teilflächen vorsehbar sind.

Patentansprüche

1. Digitalmesslatte, umfassend eine geschlossene Umfangsfläche, dadurch gekennzeichnet, dass in Längserstreckung auf der Umfangsfläche mindestens zwei codierte Teilungen (5; 6) angeordnet sind, welche sich um einen Massstabsfaktor $k \neq 1$ voneinander unterscheiden.

2. Digitalmesslatte nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass auf mindestens zwei Teilflächen (3; 4) der Umfangsfläche mindestens je eine codierte Teilung (5; 6) angeordnet ist, wobei sich die auf einer Teilfläche (3) angeordnete mindestens eine codierte Teilung (5) von der auf der anderen Teilfläche (4) angeordneten mindestens einen codierten Teilung (6; 12; 12') um einen Massstabsfaktor $k \neq 1$ unterscheiden.

3. Digitalmesslatte nach einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Digitalmesslatte (1) einen drei- oder viereckigen, kreis- oder ellipsenförmigen Querschnitt besitzt.

4. Digitalmesslatte nach einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auf sich gegenüberliegenden Teilflächen (3; 4) einer Messlatte (1) mit viereckigem Querschnitt mindestens je eine codierte Teilung (5; 6) angeordnet ist, wobei die mindestens eine codierte Teilung (5) auf der einen

Teilfläche (3) gegenüber der mindestens einen codierten Teilung (6; 12; 12') auf der anderen Teilfläche (4) um einen Massstabsfaktor k vergrössert oder verkleinert ist, wobei $k \neq 1$ ist.

5. Digitalmesslatte nach einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Nullpunkte der auf den Teilflächen (3; 4) angeordneten, codierten Teilungen (5; 6; 12; 12') übereinstimmen.

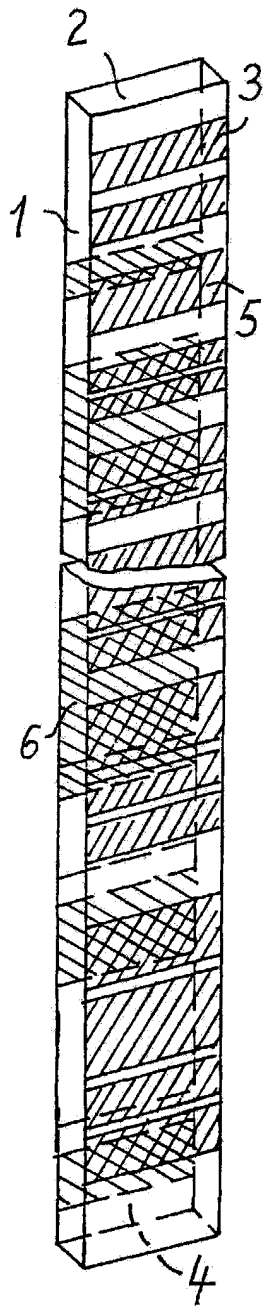


Fig. 1

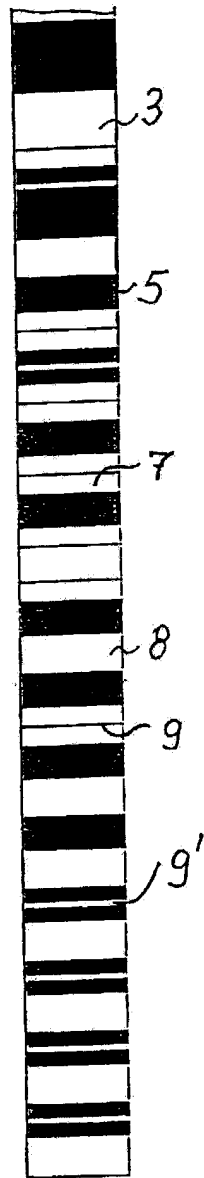


Fig. 2.

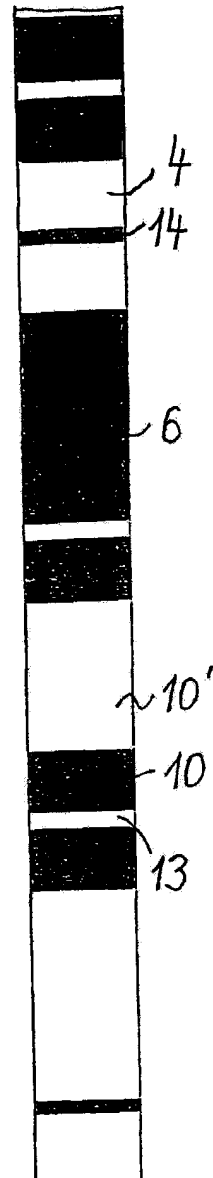


Fig. 3

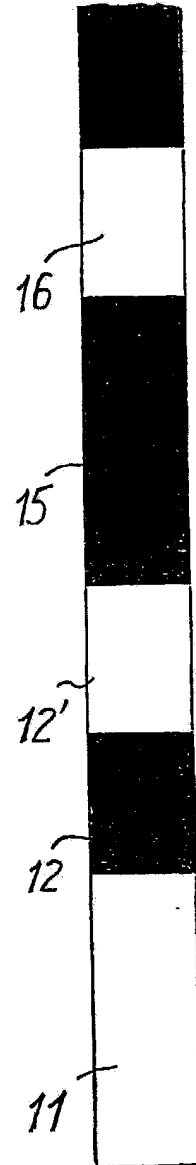


Fig. 4.