



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **244 635 A1**

4(51) G 01 L 1/22

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 L / 284 715 8

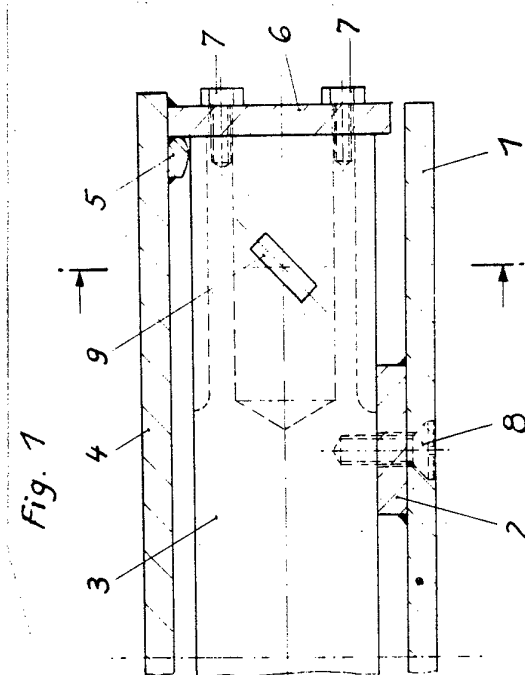
(22) 19.12.85

(44) 08.04.87

(71) VEB Verlade- und Transportanlagen Leipzig „Paul Fröhlich“, 7034 Leipzig, Anton-Zickmantel-Straße 50, DD
 (72) Stürmer, Hanns, DD

(54) **Kraftmeßvorrichtung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Messen von vorzugsweise über eine Fläche verteilt angreifenden Vertikalkräften. Es ist das Ziel der Erfindung, eine wartungsarme, transportable und schnell einsetzbare Vorrichtung zu schaffen, die sich auch für rauhe Einsatzbedingungen eignet und mit der ohne besondere Anforderungen an Auflagebedingungen und Justagearbeiten zuverlässig statische und dynamische Messungen durchgeführt werden können. Die Aufgabe, über eine Aufnahmeplatte und Meßwertgeber Stützkkräfte oder Gewicht durch Dehnungsmeßstreifen zu erfassen, ohne dabei bewegliche Elemente oder Gelenke zu verwenden, wird gelöst, indem zwischen einer biegesteifen Aufnahme- und einer Grundplatte zwei Doppel-Querkraftgeber besonderer Art angeordnet sind, wobei die Querkraftgeber und beide Platten zu einer starren, kompakten Einheit verbunden sind. Die Erfindung ist anwendbar bei Stützkraft- und Raddruckmessungen allgemeiner Art, bei der Ermittlung der Kräfte an Raupen, aber auch bei Füllstandsbestimmungen oder Wägungen an Bunkern oder Behältern von Anlagen. Fig. 1



Erfindungsanspruch:

1. Kraftmeßvorrichtung mit zwischen einer Grundplatte und Deckplatte befindlichen Meßwertgebern, **gekennzeichnet dadurch**, daß als Meßwertgeber Doppel-Querkraftgeber (3) vorgesehen sind, die parallel zueinander und in einem frei wählbaren Abstand voneinander symmetrisch zur Mittellinie angeordnet sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß als Doppel-Querkraftgeber (3) Meßbalken dienen, deren Enden jeweils als Meßfühler ausgebildet sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß an der Unterseite der Deckplatte (4) an den Stirnseiten der Doppel-Querkraftgeber (3) anliegende Aussteifungsplatten (6) angeordnet sind.
4. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß in die Enden der Meßbalken axial Sackbohrungen (11) und parallel dazu diametral in die Außenflächen der Meßbalken Nuten (12) eingebracht sind.
5. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 4, **gekennzeichnet dadurch**, daß an den Wänden der Sackbohrungen (11) außen oder innen jeweils zwei Dehnungsmeßstreifen (9) in einem Winkel von vorzugsweise 45° zur Längsachse symmetrisch in der neutralen Faser appliziert sind.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Messen von vorzugsweise über eine Fläche verteilt angreifenden Vertikalkräften. Sie ist anwendbar beispielsweise bei Stützkraft- und Raddruckmessungen an Autokranen zur Bestimmung der Standsicherheit, bei der Ermittlung der Kräfte an Raupen, aber auch bei Füllstandsbestimmungen oder Wägungen an Bunkern oder Behältern von Anlagen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es sind Kraftmeßvorrichtungen allgemein bekannt, die nach dem Prinzip arbeiten, daß zwischen einem Grundkörper und einer Deckplatte Meßfühler angeordnet sind, mit deren Hilfe auf die Deckplatte wirkende Kräfte als Meßgröße erfaßt werden. Als Meßfühler werden dabei vorzugsweise Scherbalken bzw. Querkraftgeber oder auch piezoelektrische Kraftmeßzellen eingesetzt.

Eine Kraftmeßvorrichtung mit den letztgenannten Meßfühlern wird in der DE-OS 3.313.960 beschrieben.

Zwischen einem Grundkörper und einer Deckplatte sind piezoelektrische Kraftmeßzellen angeordnet und mit diesen fest verbunden. Eine Adapterplatte, die ihrerseits auf der Deckplatte befestigt ist, soll eine symmetrische Krafteinleitung sowie Schutz vor Wärmeeinfall gewährleisten, wodurch innere Verspannungen des Meßsystems mit daraus folgender Nullpunktdrift und Verfälschung der Meßwerte vermieden werden sollen.

Die Einrichtung hat den Nachteil, daß ein hoher mechanischer Aufwand erforderlich ist. Piezoelektrische Kraftmeßzellen benötigen planparallele, geschliffene Auflageflächen mit engen Toleranzen sowie eine definierte mechanische Vorspannung zwischen Grund- und Deckplatte, damit gleiche Empfindlichkeit und Linearität erreicht werden.

Die Einzelsignale der Kraftmeßzellen dieses statisch unbestimmten Systems müssen nachfolgend von einem Rechner zu einer Gesamtkraft summiert werden.

Außerdem ist die Verwendungsmöglichkeit bei Messungen im Freien auf Grund der physikalisch bedingten Empfindlichkeit der verwendeten Bauelemente gegen Temperatur- und Witterungseinflüsse erheblich eingeschränkt.

Nach DE-PS 2.529.028 ist eine Raddruckmeßplattform bekannt, bei der mit Dehnungsmeßstreifen bestückte Scherbalken als Kraftaufnehmer verwendet werden.

Die Meßgitter der Dehnungsmeßstreifen sind ausdrücklich beiderseits der neutralen Linie des Scherbalkens unter einem Winkel von 45° in einem bestimmten Abstand zur neutralen Faser angeordnet, um außer der Schubdehnung auch einen Anteil Biegedehnung zum Zweck der Linearisierung der Meßwerte zu erfassen.

Dieser Abstand der Dehnungsmeßstreifen zur neutralen Faser kann nur experimentell ermittelt werden, indem die Lage der Dehnungsmeßstreifen so lange variiert wird, bis der Meßwert weitgehend unabhängig vom Krafteinleitungsort wird.

Die mechanische Beschaffenheit der Dehnungsmeßstreifen macht es bei dieser auch sehr zeitaufwendigen Methode außerdem erforderlich, daß nach jeder örtlichen Korrektur ein neuer Dehnungsmeßstreifen erforderlich ist, da der alte bei seiner Entfernung zerstört wird.

In der US-PS 4.459.863 ist ein solcher Schubspannungsgeber, wie er für den Einsatz an Meßplattformen auch benutzt wird, näher beschrieben.

Der Schubspannungsgeber ist in seiner Konstruktion derart gestaltet, daß in seinem Rechteckquerschnitt beiderseitig zylindrische oder ovale Fenster gefräst sind, wodurch partiell ein Doppel-T-Querschnitt entsteht. Auf dem verbleibenden Mittelsteg, welcher in Abhängigkeit seiner Dicke eine Transformation der Dehnung bewirkt, sind Dehnungsmeßstreifen angeordnet.

Aus spannungsoptischen Untersuchungen ist bekannt, daß bei dieser Ausführung der Winkel des Schubspannungsvektors nur bei einem bestimmten Abstand der Krafteinleitungspunkte bei dem Idealwinkel von 45° zur Längsachse liegt. Wird der Abstand vergrößert, verringert sich gleichzeitig der Winkel des Vektors und damit die Meßempfindlichkeit. Die schroffen Übergänge vom Rechteck- zum Doppel-T-Querschnitt bewirken erhebliche Störungen in der Homogenität des Spannungsfeldes, so daß nur ein eng begrenzter Bereich am Mittelsteg für die optimale Anbringung der Dehnungsmeßstreifen verfügbar ist.

Daraus resultiert die bei derartigen Kraftmeßvorrichtungen an sich bekannte Empfindlichkeit des Meßwertes gegen den Ort der Krafteinleitung.

Dieser Schubspannungsgeber besitzt außerdem den Nachteil, daß die Dehnungsmeßstreifen zerstört werden müssen, wenn bei Einsatz, wie in der DE-PS 2.529.028 beschrieben, mehrere Schubspannungsgeber zum Zwecke der Linearisierung des Meßergebnisses auf gleiche Meßempfindlichkeit abgeglichen werden, was durch Verringerung der Dicke des Mittelsteges erfolgt.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist die Schaffung einer Vorrichtung zum Messen vertikaler Kräfte, die über eine Fläche beliebig verteilt angreifen. Die Meßvorrichtung soll wartungsarm, transportabel und schnell einsatzfähig sein und sich auch bei rauen Einsatzbedingungen eignen. Ohne besondere Anforderungen an Auflagebedingungen und Justagearbeiten sollen zuverlässig statische und dynamische Meßergebnisse erzielt werden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Meßvorrichtung zu entwickeln, bei welcher über eine Aufnahmeplatte und Meßwertaufnehmer Stützkräfte von Kranen und Anlagen, Raddrücke luftbereifter Fahrzeuge, Kräfte an Raupen oder Gewichte durch Dehnungsmeßstreifen erfaßt werden. Dabei sollen keine beweglichen Elemente oder Gelenke verwendet werden. Die konstruktive Gestaltung der Meßwertgeber und die Anordnung der Dehnungsmeßstreifen soll so sein, daß störende Nebenkräfte das Meßergebnis nicht oder nur unwesentlich beeinflussen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß zwischen einer biegesteifen Aufnahme- und einer Grundplatte zwei Doppel-Querkraftgeber parallel zueinander und in einem frei wählbaren Abstand voneinander symmetrisch zur Mittellinie angeordnet sind. Aufnahme- und Grundplatte sind so mit den Doppel-Querkraftgebern verbunden, daß eine starre, kompakte Einheit entsteht.

Jeder Doppel-Querkraftgeber besteht aus einem Meßbalken, dessen beide Enden als Meßfühler besonderer Art, wie im folgenden beschrieben, ausgebildet sind.

In die Enden der Meßbalken sind axial Sackbohrungen und parallel zu diesen diametral an den Außenflächen der Meßfühler symmetrisch Nuten eingebracht, die der Transformation der Dehnung dienen.

An den Wänden der Sackbohrungen sind außen oder innen jeweils 2 Dehnungsmeßstreifen in einem für die Linearisierung der Kraftmeßwerte günstigem Winkel zur Längsachse symmetrisch in der neutralen Faser angeordnet.

Bei Belastung der Aufnahmeplatte werden die von den vier Meßfühlern der beiden Doppel-Querkraftgeber erfaßten Meßwerte elektrisch vereint und verstärkt.

Die Darstellung bzw. Auswertung des Meßergebnisses kann wahlweise durch Analoganzeigegeräte, Digitalanzeigen oder Oszillogramme erfolgen.

Da vorausgesetzt wird, daß bei außermittiger Krafteinleitung in die Aufnahmeplatte das Meßergebnis nicht verfälscht werden darf, erfolgt der Abgleich der vier Meßstellen an den Enden der Querkraftgeber auf gleichen Übertragungsfaktor durch Aufreiben der Sackbohrungen und/oder Erweiterung der Nuten.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend an einem Ausführungsbeispiel erläutert. Die dazugehörigen Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: Seitenansicht der Kraftmeßvorrichtung als Schnitt parallel zu einem Meßbalken,
Fig. 2: Schnitt nach Fig. 2 durch einen Meßbalken.

Die Meßvorrichtung besteht aus einer stabilen, rechteckigen Grundplatte und einer ebensolchen Deckplatte. Zwischen diesen sind Doppel-Querkraftgeber symmetrisch zur Längsachse der Platten so angeordnet, daß sich ihre Enden in den Eckbereichen der Vorrichtung befinden.

Die Wahl der Querkraft als bestimmende Meßgröße bei der Ausbildung der Meßbalken hat den Vorteil, daß keine besonderen Anforderungen an die Auflager- bzw. Krafteinleitungspunkte gestellt werden müssen. Reibung an den Auflagestellen durch Formänderung bei Belastung und Entlastung der Deckplatte bleibt ohne Einfluß auf das Meßergebnis. Das System benötigt keine Spitzenlagerung, sondern kann fest verschraubt werden, ohne daß Abweichungen von der Linearität der Belastungskennlinie durch Hysterese auftreten.

Nach Fig. 1 sind auf der Grundplatte 1 Kontakteleisten 2 angeordnet, auf denen die Doppel-Querkraftgeber 3 aufliegen. An der Unterseite der Deckplatte 4 befinden sich ebenfalls Kontakteleisten 5, mittels derer die Deckplatte 4 auf die Doppel-Querkraftgeber 3 aufgesetzt ist.

Gleichfalls an der Unterseite der Deckplatte 4 sind Aussteifungsplatten 6 derart angeordnet, daß sie an den Stirnseiten der Doppel-Querkraftgeber 3 anliegen.

Mittels Schraubverbindungen 7, 8 sind die Doppel-Querkraftgeber 3 mit der Deckplatte 4 bzw. den Aussteifungsplatten 6 sowie der Grundplatte 1 zu einer kompakten Einheit verbunden.

An jedem Meßfühler sind seitlich auf der Mittellinie des von den inneren Kanten der Kontakteleisten 2 und 5 begrenzten Zwischenraumes in Höhe der horizontalen Symmetrieachse je 2 parallel liegende Dehnungsmeßstreifen 9, 10 mit 45° Neigung angeordnet.

In die Meßfühler sind axial Sackbohrungen 11 und parallel dazu an Ober- und Unterseite des Meßfühlers jeweils Nuten 12 eingebracht.

Die Sackbohrungen 11 und Nuten 12 bewirken eine Dehnungstransformation und damit eine Erhöhung der Meßempfindlichkeit auf etwa den dreifachen Wert des vollen Querschnittes. Diese Empfindlichkeitssteigerung hat den Vorteil einer erhöhten Stabilität des Meßsignals gegen äußere Störeinflüsse sowie einer erhöhten Meßgenauigkeit.

Trotz der Mittelbohrung im Rechteckquerschnitt des Meßfühlers bleibt dessen Trägheitsmoment nahezu ungeschwächt, so daß das System starr bleibt und eine Veränderung der Krafteinleitungspunkte auf ein Minimum beschränkt ist. Infolge der Gleichförmigkeit des Meßquerschnittes, welcher die Krafteinleitungsstellen samt den Meßstellen ohne Sprünge überdeckt, sind keine Störungen und Unregelmäßigkeiten des Spannungsfeldes zu erwarten.

Der Abgleich der Doppel-Querkraftgeber 3 auf gleiche Meßempfindlichkeit kann durch Aufreiben der Sackbohrungen 11 und/oder Erweitern der Nuten 12 erfolgen.

Diese Methode, welche durch die besondere Bauform der Meßfühler erlaubt wird, hat den Vorteil, daß die applizierten Dehnungsmeßstreifen unbeschädigt bleiben.

Durch das Aufreiben lassen sich die Einzelmeßstellen auf gleiche Empfindlichkeit trimmen, woraus die Unempfindlichkeit der Meßanordnung gegen außermittige Belastung resultiert.

Die Meßwerte der acht einzelnen Dehnungsmeßstreifen werden in an sich bekannter Weise mittels einer Wheatstone-Brücke zu einer summierenden Meßstelle vereint. Dabei erfolgt gleichzeitig eine elektrische Kompensation der Wirkung unerwünschter Nebenkkräfte.

Die Kraftmeßvorrichtung ist durch ihre flache und kompakte Bauweise ohne bewegliche Elemente wartungsarm, vielseitig anwendbar und auch für rauhen Betrieb im Freien geeignet.

Fig. 2

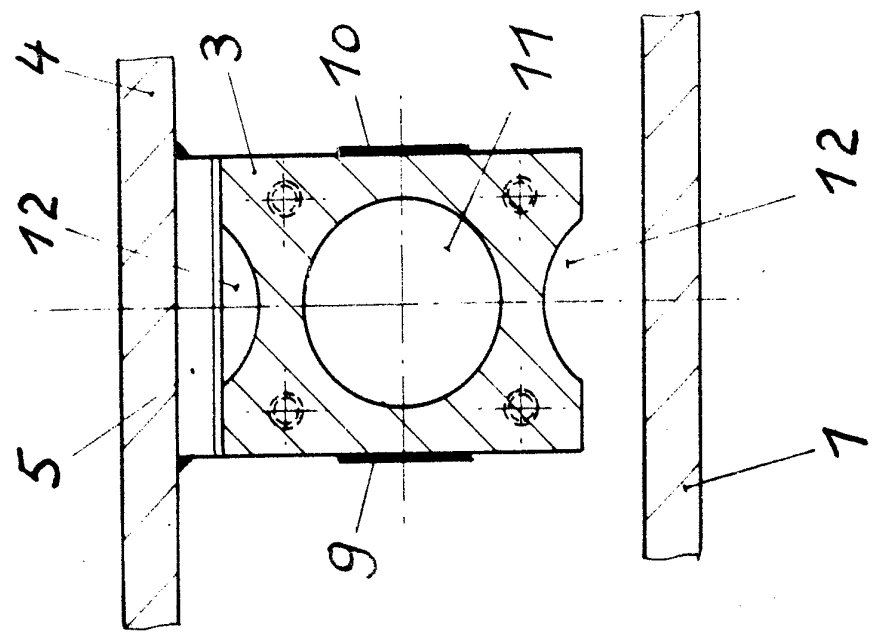


Fig. 1

