

Brevet N°

8 3 5 9 8

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

L- 2641

du 02.09.1981

Titre délivré :



Monsieur le Ministre  
de l'Économie et des Classes Moyennes  
Service de la Propriété Intellectuelle  
LUXEMBOURG

## Demande de Brevet d'Invention

### I. Requête

Mettler Instrumente AG, CH-8606 GREIFENSEE, SCHWEIZ, (1)  
représentée par Monsieur, Jean Waxweiler, 21-25, Allée Scheffer,  
Luxembourg, agissant en qualité de mandataire (2)

dépose(nt) ce deux septembre mil neuf cent quatre-vingt-un (3)  
à 15,00 heures, au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, à Luxembourg :

1. la présente requête pour l'obtention d'un brevet d'invention concernant :

Auswerteeinrichtung für Kraftmesser mit einer vorgespannten  
biegesteifen, queschwingenden Saite.

2. la délégation de pouvoir, datée de Greifensee le 28 août 1981

3. la description en langue allemande de l'invention en deux exemplaires;

4. / planches de dessin, en deux exemplaires;

5. la quittance des taxes versées au Bureau de l'Enregistrement à Luxembourg,  
le deux septembre mil neuf cent quatre-vingt-un

déclare(nt) en assumant la responsabilité de cette déclaration, que l'(es) inventeur(s) est (sont) :  
Dr. Weber Peter, Haltenstrasse 146, CH-8706 MEILEN/ Schweiz (5)

revendique(nt) pour la susdite demande de brevet la priorité d'une (des) demande(s) de  
(6) / déposée(s) en (7) /

le / (8)

au nom de / (9)

élit(élisent) pour lui (elle) et, si désigné, pour son mandataire, à Luxembourg

Jean Waxweiler, 21-25, Allée Scheffer, Luxembourg, (10)

sollicite(nt) la délivrance d'un brevet d'invention pour l'objet décrit et représenté dans les  
annexes susmentionnées, — avec ajournement de cette délivrance à / mois. (11)

Le mandataire

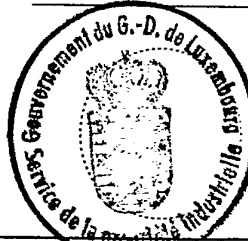
*Jean Waxweiler*

### II. Procès-verbal de Dépôt

La susdite demande de brevet d'invention a été déposée au Ministère de l'Économie et des  
Classes Moyennes, Service de la Propriété Intellectuelle à Luxembourg, en date du :

02.09.1981

à 15,00 heures



Pr. le Ministre  
de l'Économie et des Classes Moyennes,  
P. L.

A 68007

(1) Nom, prénom, firme, adresse — (2) s'il a lieu «représenté par ...» agissant en qualité de mandataire — (3) date du dépôt  
en toutes lettres — (4) titre de l'invention — (5) noms et adresses — (6) brevet, certificat d'addition, modèle d'utilité — (7)  
pays — (8) date — (9) déposant originaire — (10) adresse — (11) 6, 12 ou 18 mois.

B E S C H R E I B U N G

ZU EINER PATENTANMELDUNG

IM

GROSSHERZOGTUM LUXEMBURG

---

METTLER INSTRUMENTE AG

---

Auswerteeinrichtung für Kraftmesser  
mit einer vorgespannten, biege-  
steifen, querschwingenden  
Saite

---

Auswerteeinrichtung für Kraftmesser mit einer vorgespannten, biegesteifen querschwingenden Saite

---

5 Die Erfindung betrifft eine Auswerteeinrichtung für Kraft-  
messer mit einer vorgespannten, biegesteifen, querschwin-  
genden Saite, deren Schwingungsfrequenzänderung unter dem  
Einfluss einer die Spannung der Saite verändernden Kraft  
ein Mass für die Grösse dieser Kraft ist, mit einer elek-  
10 tronischen Recheneinheit, die das Mass der kraftabhäangi-  
gen Schwingungsfrequenz der Saite in ein der Kraft wenig-  
stens annähernd proportionales elektrisches Signal für die  
Kraftanzeige umsetzt. Solche Kraftmesser werden vornehmlich  
als selbständige Baueinheit hergestellt und z.B. in Waagen  
15 eingesetzt.

Infolge des nichtlinearen Zusammenhangs zwischen der  
Schwingungsfrequenz der Saite und der sie spannenden Kraft  
bietet die Auswertung der Kraftmessung bei Einsaiten-Kraft-  
20 messern erhebliche Schwierigkeiten, insbesondere wenn der  
Messwert durch direktes Zählen der Saitenfrequenz abgenom-  
men und digital dargestellt werden soll, wie das bei Sai-  
tenwaagen üblich ist.

25 Es wurde bereits versucht, die Abhängigkeit der Frequenz-  
änderung von der Grösse der zu messenden Kraft durch zu-  
sätzliche kraftausübende Mittel, z.B. durch Magnete, im  
Sinne einer Linearisierung zu korrigieren, wie das in der  
DE-OS 2219727 beschrieben ist.

30 Mit der vorliegenden Erfindung ist beabsichtigt, die ange-  
strebte Linearisierung auf anderem Wege zu erreichen, so  
dass auf zusätzliche kraftausübende Mittel verzichtet wer-  
den kann und durch solche Mittel möglicherweise verursach-  
35 te Störeinflüsse vermieden werden.

Bekanntlich gilt für die Beziehung zwischen der Kraft  $K$  und der Schwingungsfrequenz  $f$  einer biegeschlaffen Saite der Ansatz:

$$K \sim f^2 \quad \text{I}$$

5 Davon ausgehend wird für eine biegesteife Saite diese Beziehung im allgemeinen durch eine Näherungsformel in Form nachstehender Potenzreihe zum Ausdruck gebracht:

$$K \sim a_1 f + a_2 f^2 + a_3 f^3 + a_4 f^4 \dots \quad \text{II}$$

10

wobei  $a_1, a_2, a_3, a_4$  usw. im wesentlichen die Natur der Saite charakterisierende Koeffizienten sind. Erfahrungsgemäss sind nun aber diese Koeffizienten von durch die Herstellung der Saite bedingten Abweichungen ihrer mechanischen Eigenschaften verhältnismässig stark abhängig, was  
15 die Auswertung der Messergebnisse insofern erschwert, als für jede einzelne Saite diese Koeffizienten ermittelt werden müssen. Praktisch sind zu diesem Zweck an der Auswerteinrichtung entsprechende Einstellmittel vorzusehen. Bei  
20 Vernachlässigung dieser Abhängigkeit der Koeffizienten würden sich unter Berücksichtigung der für solche Saiten üblichen Herstellungstoleranzen in einem weiten Anwendungsbereich dieses Kraftmessers zu grosse Messfehler ergeben. Auch eine für die rechnerische Auswertung notwendige Vereinfachung der Näherungsformel II durch Weglassen von Gliedern höherer Potenz ändert sich nichts an dieser Tatsache.  
25

Im Sinne einer Vereinfachung der Serienherstellung solcher Einsaiten-Kraftmesser ist deshalb eine Lösung anzustreben,  
30 die es ermöglicht, eine Auswerteinrichtung zu schaffen, die keiner Nachjustierung der genannten Art bedarf und mit der, trotz der zu erwartenden Herstellungstoleranzen der Saiten, Messresultate erreichbar sind, die innerhalb der für Kraftmesser dieser Art üblichen Fehlergrenzen liegen.

35

Es wurde nun experimentell gefunden, dass bei einem allgemeinen Ansatz  $K \sim f^n$  für die Beziehung zwischen der Kraft  $K$  und der Schwingungsfrequenz  $f$  die mechanischen Eigenschaften einer biegesteifen Saite besser berücksichtigt werden, wenn für den Exponenten  $n$  ein Wert eingesetzt wird, der etwas grösser als 2 ist. Im Rahmen der praktisch brauchbaren Saitendimensionen kann dieser Wert variieren, im Extremfall aber nicht mehr als 2,3 betragen. Für eine Saite mit einem Länge/Durchmesser-Verhältnis von 60 beispielsweise wird vorzugsweise  $n = 2,1$  gesetzt.

Die Erfindung besteht nunmehr darin, dass bei einer Auswerteeinrichtung der eingangs genannten Art die Recheneinheit zur wenigstens näherungsweise Auswertung der mathematischen Funktion  $K \sim f^n$  ausgebildet ist, wobei der Exponent  $n$  grösser als 2, aber nicht grösser als 2,3 ist.

Es ist also lediglich die Recheneinheit jeweils entsprechend dem für den Kraftmesser verwendeten Saitentyp auszubilden, um das gewünschte Ziel zu erreichen, wobei der jeweils massgebende Wert für den Exponenten experimentell zu ermitteln ist. Aus dem allgemeinen Ansatz  $K \sim f^n$  lässt sich für jeden Wert von  $n$  eine Näherungsformel ableiten, die eine mathematisch einfache Auswertung ermöglicht und den Fachmann in den Stand setzt, die elektronische Recheneinheit danach aufzubauen.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird vom Ansatz  $K \sim f^{2,1}$  ausgegangen. Durch Reihenentwicklung gelangt man zu der nachstehenden Näherungsformel, welche auch für geringfügige Abweichungen des Exponenten von 2,1 anwendbar ist:

$$K \sim f^2 (C + f/f_0). \quad \text{III}$$

Darin bedeutet  $f_0$  die Schwingungsfrequenz im unbelasteten

Zustand der Saite ( $K = 0$ ) und  $C$  eine die physikalischen Eigenschaften der Saite beinhaltende Konstante.

5 Da nach den Untersuchungsergebnissen die Konstante  $C$ ,  
ebenso wie der Exponent  $n$ , durch die Saitenparameter nur  
wenig beeinflusst wird, stellt die Formel III eine aus-  
gezeichnete Linearisierungsfunktion dar, da sie im Gegen-  
satz zur Formel II keine präexponentielle, der Saitencha-  
rakteristik anzupassende, Faktoren aufweist.

10

Dadurch ergeben sich in bezug auf die Auswertung beispiels-  
weise bei Einsaiten-Kraftmessern für Waagen erhebliche  
Vorteile. Der unbelastete Zustand einer Saitenwaage wird  
vorzugsweise dadurch erkennbar gemacht, dass die Schwin-  
15 gungsfrequenz  $f_0$  mechanisch auf einen festen Wert einge-  
stellt wird. Durch diese, meist aus eichtechnischen Gründen  
erforderliche Grundeinstellung ist die Konstanz der Grösse  
 $f_0$  in der Formel III gewährleistet. Ein nachträglicher  
Nullabgleich an der Auswerteeinrichtung ist daher nicht  
20 notwendig. Bei einem gegebenen Kraftmessertyp kann auch  
für die Grösse  $C$  ein fester Wert eingesetzt werden, da die  
innerhalb der Herstellungstoleranzen zu erwartenden Abwei-  
chungen der mechanischen Eigenschaften der Saite wenig Ein-  
fluss auf diese Grösse haben.

25

Reihenversuche mit Einsaiten-Kraftmessern, die mit einer  
erfindungsgemässen, zur Auswertung der Formel III aus-  
gebildeten Auswerteeinrichtung ausgerüstet waren, haben  
ergeben, dass bis zu einer Auflösung von 3000 über den  
30 ganzen Messbereich die Messfehler innerhalb der beispiels-  
weise für Ladenwaagen vorgeschriebenen Fehlergrenzen lagen,  
bei konstanten Werten für  $C$  und  $f_0$ .

35

Patentansprüche

1. Auswerteeinrichtung für Kraftmesser mit einer vorge-  
spannten, biegesteifen, querschwingenden Saite, deren  
5 Schwingungsfrequenzänderung unter dem Einfluss einer  
die Spannung der Saite verändernden Kraft ein Mass für  
die Grösse dieser Kraft ist, mit einer elektronischen  
Recheneinheit, die das Mass der kraftabhängigen Schwin-  
gungsfrequenz ( $f$ ) der Saite in ein der Kraft ( $K$ ) we-  
10 nigstens annähernd proportionales elektrisches Signal  
für die Kraftanzeige umsetzt, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Recheneinheit zur wenigstens näherungsweisen  
Auswertung der mathematischen Funktion  $K \sim f^n$  ausgebil-  
det ist, wobei der Exponent  $n$  grösser als 2, aber nicht  
15 grösser als 2,3 ist.
2. Auswerteeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzei-  
chnet, dass der Exponent  $n = 2,1$  ist.
- 20 3. Auswerteeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzei-  
chnet, dass die Recheneinheit zur Auswertung der Nähe-  
rungsformel  $K \sim f^2(C + f/f_0)$  ausgebildet ist, wobei  $f_0$   
die Schwingungsfrequenz im unbelasteten Zustand der  
Saite ( $K = 0$ ) und  $C$  eine die physikalischen Eigenschaf-  
25 ten der Saite beinhaltende Konstante ist.
4. Verwendung der Auswerteeinrichtung nach einem der An-  
sprüche 1 bis 3 für Einsaitenwaagen.

30

35