



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 854 233 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
22.07.1998 Patentblatt 1998/30

(51) Int. Cl.⁶: **D21G 1/00**, B05C 1/08,
B05C 21/00

(21) Anmeldenummer: 97118892.5

(22) Anmeldetag: 30.10.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

(71) Anmelder:
**Voith Sulzer Papiermaschinen GmbH
89509 Heidenheim (DE)**

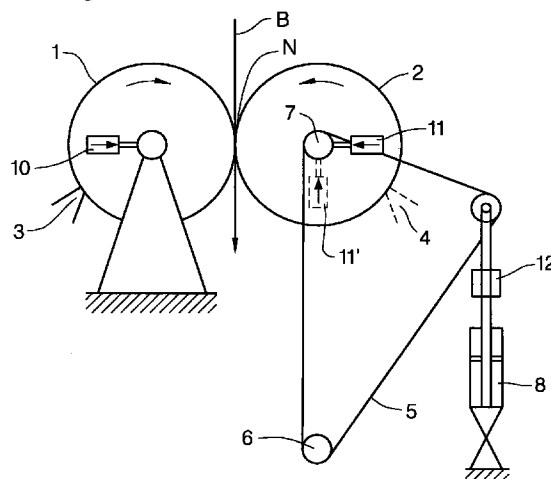
(30) Priorität: 18.12.1996 DE 19652769

(72) Erfinder:
**Kustermann, Martin, Dr.
89522 Heidenheim (DE)**

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Dämpfung von Kontaktschwingungen rotierender Walzen

(57) Bei einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Dämpfung von Kontaktschwingungen rotierender Walzen in einer Papiermaschine, insbesondere aber in einer Streicheinrichtung, wobei die Walzen stirnseitig in Lagerungen gehalten werden und mindestens zwei Walzen miteinander einen Nip bilden, erfolgt die Dämpfung aktiv, wobei die aktive Anregung (phasenversetzte Gegenschwingung) von außen direkt und/oder indirekt auf wenigstens eine Lagerstelle einer der Walzen wirkt.

Fig.1



EP 0 854 233 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Dämpfung von Kontaktschwingungen rotierender Walzen in einer Papiermaschine oder Streicheinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1 sowie dem Oberbegriff des Anspruches 10.

In Papiermaschinen läuft die herzustellende Bahn über eine Vielzahl von Walzen, wobei wiederum an vielen Stellen jeweils mindestens zwei Walzen miteinander einen Nip bilden, durch den die Bahn läuft, z. B. in der Pressenpartie, in Streicheinrichtungen, in Wickelaggregaten oder Glätteinrichtungen. Hierbei tritt immer wieder das Problem von Kontaktschwingungen auf.

Das Wesen der Kontaktschwingung ist jenes, daß die Achsen der beiden nipbildenden Walzen sich im Betrieb relativ zueinander bewegen und so ungewollt verformen.

Dieses Problem verstärkt sich umso mehr, je höher die Bahngeschwindigkeit ist (zum Teil über 2.000 m/min) und je breiter die Bahn und damit die Maschine mit ihren entsprechenden Walzen ist.

Bei Bahngeschwindigkeiten von über 1.000 m/min und extrem großen Bahnbreiten, die bis zu 10 m betragen können, sind die Schwingungen so groß, daß die Walzen ungleichmäßig (polygonartig) sich verformen und verschleifen. Außerdem bewirken die Schwingungen eine schlechtere Runnability.

Bei Streichmaschinen ist eine verschlechterte Qualität des Längsprofils des aufgetragenen Striches zu verzeichnen.

Es ist bereits bekannt, Schwingungen oder Durchbiegungen von Walzen auf passivem Wege zu dämpfen. Dies erfolgt z. B. durch Schaffung eines speziell gestalteten Strömungsquerschnittes eines Druckraumes in der stationären Zentralachse eines drehbaren Walzenmantels, wie in der DE 2950945 offenbart ist.

Aus der US-5,431,261 ist ein Verfahren zur Dämpfung von Schwingungen einer großen Masse bekannt.

Bei diesem Verfahren wird ein Schwingungsunterdrücker mit einer zusätzlichen Masse verwendet, wobei die zusätzliche Masse gegen die zu dämpfende Masse wirkt.

In der noch nicht vorveröffentlichten Anmeldung DE 19635216 ist ein Verfahren und eine Wickelvorführung zum Aufwickeln einer Papierbahn zu einer Rolle mit aktiver Schwingungsdämpfung beschrieben.

Hierbei umfaßt die Wickelvorrichtung eine Schwingungsunterdrückvorrichtung mit einer zusätzlichen Unterdrückmasse, die auf die Anpreßtrommel für den Tambour wirkt.

Die Schwingungsunterdrückvorrichtung umfaßt dabei mindestens einen Aktuator, der auf hydraulischem oder pneumatischem Wege arbeitet.

Der Aktuator erregt Schwingungen phasenversetzt, wodurch die Schwingungen der Anpreßtrommel weitgehend unterdrückt werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und

eine Vorrichtung anzugeben, mit denen Kontaktschwingungen von einander einen Nip bildenden Walzen zuverlässig beseitigt oder zumindest gedämpft werden können. Dabei soll keine zusätzliche Masse, wie beim bekannten Stand der Technik, Verwendung finden.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch das Kennzeichen des Anspruches 1 und des Anspruches 10 gelöst.

Zweckmäßige Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfinder haben erkannt, daß eine effektive Dämpfung der Schwingungen der zusammenwirkenden, d. h. nipbildenden Walzen nur durch eine aktive Anregung von außen auf wenigstens eine der Lagerstellen einer Walze (führer- und/oder triebseitig) erreicht werden kann. Die einzuleitenden Kräfte können dabei auch außer- oder innerhalb der Lagerstelle auf den Zapfen der Lagerung wirken. Ein an die Lagerstelle(n) gesetzter Sensor kann die Schwingung der Walzen in vorteilhafter Weise messen und einen Befehl zur aktiven Dämpfung über ein Stellglied weiterleiten.

Es ist auch denkbar, den Sensor in Maschinenmitte zu positionieren.

Zur aktiven Dämpfung werden vorteilhafterweise solche Elemente benutzt, die eine Selbstanpassung an veränderte Bedingungen erlauben.

Dies ist sehr wichtig, um auf geänderte Produktionsverhältnisse (z. B. Geschwindigkeit) oder Maschinenverhältnisse (z. B. alternder Gummibezug der Walzen mit den damit verbundenen anderen elastischen Eigenschaften) richtig und schnell reagieren zu können.

In überraschender und nicht erwarteter Weise hat sich gezeigt, daß eine aktive und effektive Gegenmaßnahme an mindestens einer Lagerstelle trotz des dort liegenden Schwingungsknotens möglich ist.

Die Gegenschwingung ist eine Sinusschwingung. Sie kann aber auch eine impulsartige Schwingungscharakteristik (Rechteckschwingung) aufweisen. Die Gegenschwingung braucht nicht auf jede Amplitude wirken, sondern z. B. auf jede zweite, dritte oder vierte usw.

Nachfolgend soll die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden:

Das Ausführungsbeispiel bezieht sich dabei auf eine Streicheinrichtung.

Figur 1 zeigt die schematische Ansicht zweier zueinander angeordneter paralleler Walzen 1 und 2 einer Streicheinrichtung mit jeweils zugeordneten bekannten Auftragswerken 3 und 4, die hier aber nicht näher erläutert werden sollen. Zwischen beiden Walzen durch den Nip N läuft die zu beschichtende Bahn B, deren Laufrichtung mit einem Pfeil dargestellt ist.

Die beiden Walzen sind in der **Figur 1** waagrecht nebeneinander liegend dargestellt. Selbstverständlich sind auch andere Positionen denkbar, beispielsweise eine solche, wo die Verbindungsebene ihrer Rotationsachsen mit der Horizontalen einen Winkel bildet oder

wo die beiden Walzen 1 und 2 direkt senkrecht übereinander angeordnet sind, wobei die Laufrichtung der Bahn B auch eine andere sein kann.

Im gewählten Ausführungsbeispiel ist die rechte Walze 2 schwenkbar beweglich über einen Schwenkmechanismus 5 um eine zu den Walzen 1 und 2 parallele Schwenkachse 6 in einem Lager 7 gelagert. Der Schwenkmechanismus 5 wird z. B. durch einen Schwenkzylinder 8 ausgelöst.

Die Walze 1 ist fest in Lagerung 9 gelagert, wobei diese in der Regel eine Walze mit elastischem Bezug, z. B. Gummi, PU o. ä. ist. Die Walze 2 ist entweder ebenfalls elastisch bezogen oder hat einen Stahl- oder Chrommantel.

Aus **Figur 1** ist des weiteren entnehmbar die Anordnung von erfindungsgemäßen Aktuatoren 10, 11, 12. Aktuator 10 ist an das Lager 9 gekoppelt, Aktuator 11 ist an das Lager 7 gekoppelt, und Aktuator 12 leitet eine Anregung parallel oder seriell zum Zylinder 8 ein. Die genannten Aktuatoren wirken den Kontaktschwingungen mit Gegenfrequenzen entgegen. Die Eigenfrequenz solcher Systeme beträgt häufig zwischen 30 und > 100 Hertz. Alle drei genannten Aktuatoren können getrennt die aktive Dämpfung ausführen. Es sind aber auch Varianten denkbar, wonach der Aktuator 10 und 11, oder Aktuator 10 und 12 gemeinsam wirken. Bei letzterem Fall entspricht dann die Wirkrichtung des Aktuators 12 aufgrund der Umlenkung über Schwenkachse 6 wieder der von Aktuator 11 (also im wesentlichen der radialen Verbindungslinie zwischen den Rotationsachsen 7 und 9 der nipbildenden Walzen 2 und 1.)

Es sind auch weitere Modifikationen denkbar, bei denen beispielsweise ein zweiter Aktuator 11' am Lager 7 angeordnet ist und dabei die Wirkrichtungen der Aktuatoren 11 und 11' im wesentlichen senkrecht aufeinander treffen.

Die Dämpfung der Kontaktschwingung ist auch erfolgreich einsetzbar bei einer solchen Anordnung von Walzen, wie sie aus **Figur 2** entnehmbar ist.

Die **Figur 2** zeigt eine 2-Walzen-Auftragsvorrichtung mit den zwei Auftragswalzen 1 und 2 und zusätzlichen Übertragungswalzen 13 und 14, die gegenläufig zu den Auftragswalzen rotieren und mit diesen ebenfalls einen Nip N (flüssigkeitsgefüllt) bilden.

Den Nip N zwischen Auftragswalze 1 und 2 durchläuft hier die Warenbahn B in anderer Richtung als bei **Figur 1**.

Die Auftragswalzen weisen im allgemeinen (aber nicht notwendigerweise) den gleichen Durchmesser auf. Die Übertragungswalzen 13 und 14 haben vorzugsweise je einen kleineren Durchmesser als die Auftragswalzen. Wenigstens ein entsprechender Aktuator 10 oder 11 kann dann zur Schwingungsdämpfung an wenigstens einem Lager dieser Walzen 1 oder 2, 13 oder 14 eingesetzt werden.

Untersuchungen im Nip zwischen einer beweglichen und einer festen Walze haben folgende Auslen-

kungen (Schwingungen) ergeben, die mit nachfolgenden **Figuren 3, 4 und 5** verdeutlicht werden sollen. Die Auslenkung wurde jeweils in der Mitte der Walzen 1 und 2, also dort, wo bei der hier untersuchten Schwingungsform auch die Verformung am stärksten ist, ermittelt.

In der Y-Achse ist die Auslenkung (Schwingung) in $\text{mm} \times 10^{-2}$ und in der X-Achse die Zeitdauer in sec aufgetragen.

In der **Figur 3** ist die Auslenkung der beweglichen Walze 2 dargestellt. Die volle Kurve zeigt dabei die starke Auslenkung ohne aktive Dämpfung. In gestrichelter Linie ist die nur noch sehr schwach - fast auf Null gehende - Auslenkung bei aktiver Dämpfung dargestellt.

In **Figur 4** ist eine weniger starke Auslenkung am Nip der festen Walze 1 zu erkennen. Auch hier ist in voller Linie die Auslenkung ohne Schwingungsdämpfung und in gestrichelter Linie mit Schwingungsdämpfung gezeichnet. Aus **Figur 5** ist ersichtlich, daß eine kaum zu verzeichnende Auslenkung in den Lagerungen 7 und 9 auftritt. Wie bei **Figur 3 und 4** ist auch hier die Auslenkung mit und ohne Schwingungsdämpfung mit gestrichelter bzw. voller Linie dargestellt.

Eine Regelung der aktiven Dämpfung von Kontaktschwingungen kann in vorteilhafter Weise mit Hilfe eines an sich bekannten Regelkreises arbeiten. Ein Sensor erfaßt dabei die Ist-Werte der vorhandenen Schwingungen der Walzen. Diese Werte werden einer Steuerrechnereinheit zur Ermittlung von Stellgrößen für die aktive Dämpfung aufgrund eines Abgleiches der Ist-Werte mit vorgegebenen Soll-Werten weitergegeben. Aus Übersichtlichkeitsgründen wurde in den Figuren auf zeichnerische Darstellung der Regelung verzichtet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Dämpfung von Kontaktschwingungen rotierender Walzen in einer Papiermaschine, insbesondere aber in einer Streicheinrichtung, wobei die Walzen stirnseitig in Lagerungen gehalten werden und mindestens zwei Walzen miteinander einen Nip bilden, (wobei eine der nipbildenden Walzen abschenkbare oder abfahrbar ist),
dadurch gekennzeichnet, daß
die Dämpfung aktiv erfolgt, wobei die aktive Anregung (phasenversetzte Gegenschwingung) von außen direkt und/oder indirekt auf wenigstens eine Lagerstelle einer Walze wirkt.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß
die direkte aktive Anregung auf wenigstens eine stirnseitige Lagerstelle (Führer- und/oder Triebseite) eingeleitet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß

die indirekte aktive Anregung über den Anschwenkmechanismus der anschwenkbaren Walze eingeleitet wird.

4. Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Gegenschwingung eine Sinusschwingung ist
oder eine impulsartige Schwingungscharakteristik
aufweist. 5
5. Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 4
dadurch gekennzeichnet, daß
zur aktiven Dämpfung Aktuatoren mit einer Dämpfungs-
frequenz gemäß $f = 1/T$ verwendet werden,
wobei T (Schwingungsdauer) ein ganzzahliges
Vielfaches von der zu dämpfenden Schwingung ist. 10
6. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, daß
zur indirekten Dämpfung der Dämpfungsaktor in
Reihe mit jenem Aktuator geschaltet ist, der die
Verschwenkbewegung der verschwenkbaren
Walze ausführt, wobei sich deren beider Hübe
addieren. 15
7. Verfahren nach einem oder mehreren der vorange-
henden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
solche Aktuatoren für die aktive Anregung verwen-
det werden, die auf einem thermischen, hydraulischen,
pneumatischen, elektrischen, elektromagnetischen,
magnetischen, magnetostriktiven oder
piezoelektrischen Wege arbeiten. 20
8. Verfahren nach einem oder mehreren der vorange-
henden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Wirkrichtung der aktiven Anregung im wesentli-
chen der radialen Verbindungslinie zwischen den
Rotationsachsen der nipbildenden Walzen ent-
spricht. 25
9. Verfahren nach einem oder mehreren der vorange-
henden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die aktive Dämpfung mit Hilfe eines Regelkreises
arbeitet, wobei ein Sensor die ungewollten Schwin-
gungen der Walzen erfaßt und diese einer Steue-
rungsrechnungseinheit zur Ermittlung von Stell-
größen für die aktive Dämpfung aufgrund eines
Abgleiches der Ist-Werte mit vorgegebenen Soll-
Werten weitergibt. 30
10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, daß
jeder Dämpfungsaktor mit einem eigenen
Regelkreis arbeitet, wobei diese aufeinander abge-
stimmt werden. 35

11. Vorrichtung zur Dämpfung von Kontaktschwingun-
gen von sich drehenden Walzen in einer Papierma-
schine, insbesondere in einer Streichmaschine,

- mit mindestens zwei Walzen, die gegeneinan-
der gepreßt miteinander einen Nip bilden,
- die Walzen sind stirnseitig in Lagerungen
gehalten,
- eine der nipbildenden Walzen ist abschenkb-
ar ausgebildet, 10

dadurch gekennzeichnet, daß

Aktuatoren (10,11,12) vorgesehen sind, die eine
aktive Anregung (phasenversetzte Gegenschwin-
gung) von außen direkt und/oder indirekt auf wenig-
stens eine Lagerstelle (7,9) einer Walze (1,2,13,14)
einleiten.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, daß
an diejenige Walze, die eine aktive Anregung
(Gegenschwingung) erfährt, nur ein Aktuator an
Führer- und/oder Triebseite gekoppelt ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, daß
an diejenige Walze, die eine aktive Anregung
erfährt, zwei Aktuatoren gekoppelt sind, deren
Wirkrichtungen im wesentlichen senkrecht aufein-
ander treffen. 25

14. Vorrichtung nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, daß
die miteinander einen Nip bildenden Walzen
(1,2,13,14) jeweils mit einem Aktuator versehen
sind, deren Wirkrichtung vorzugsweise gegen den
Nip verläuft. 30

15. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche
11 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, daß
ein Aktuator (12) an den Anschwenkmechanismus
(5) der anschwenkbaren Walze (2) gekoppelt ist,
wobei der Aktuator (12) in Reihe mit dem Schwen-
kaktor (8) geschaltet ist. 35

16. Vorrichtung nach einem oder mehreren der voran-
gehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
ein Regelkreis mit wenigstens einem Sensor und
einer Steuerungsrechnungseinheit zur Regelung der
aktiven Dämpfung vorgesehen ist. 40

Fig.1

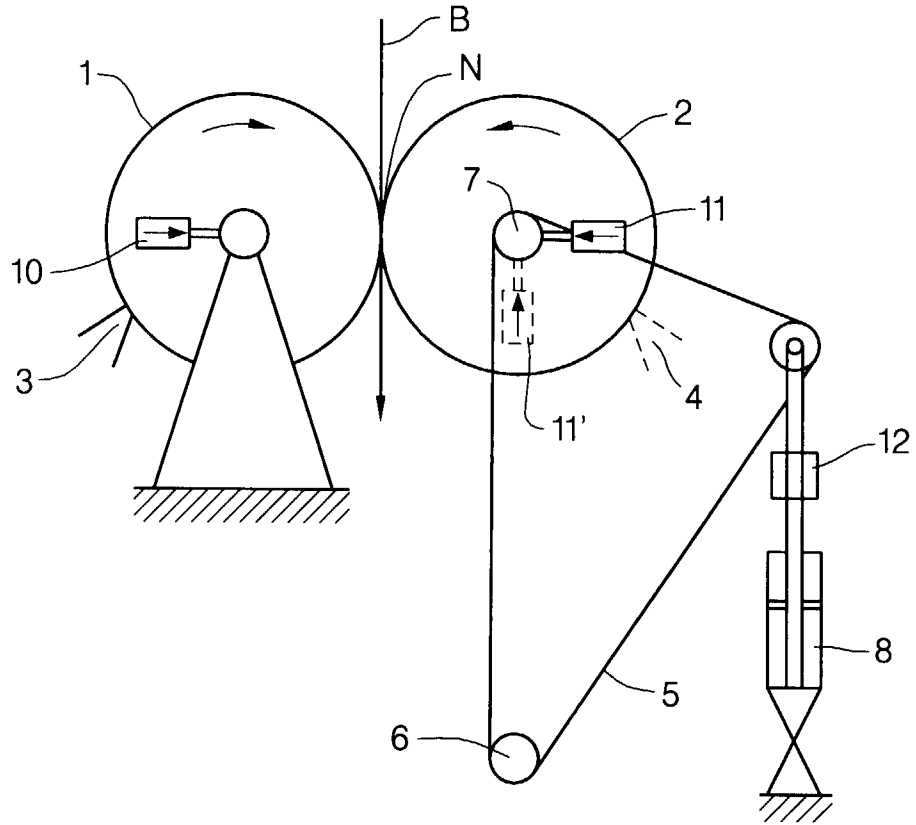
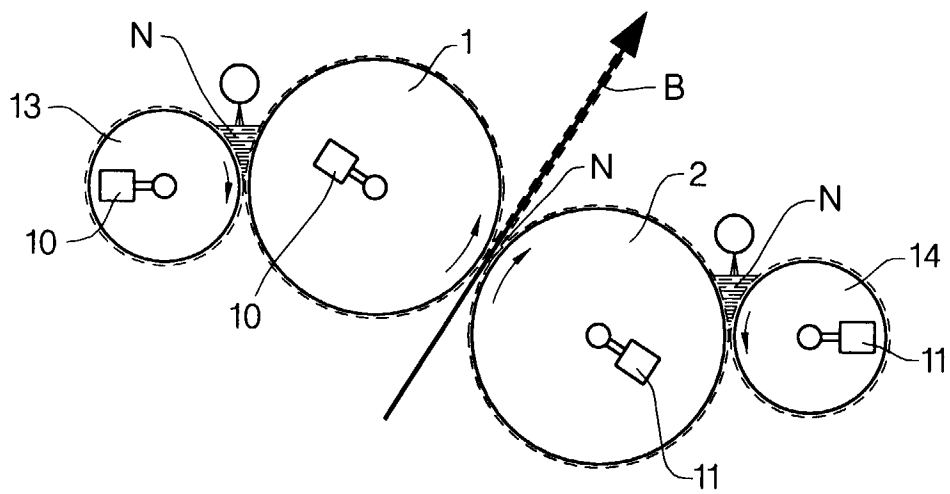


Fig.2



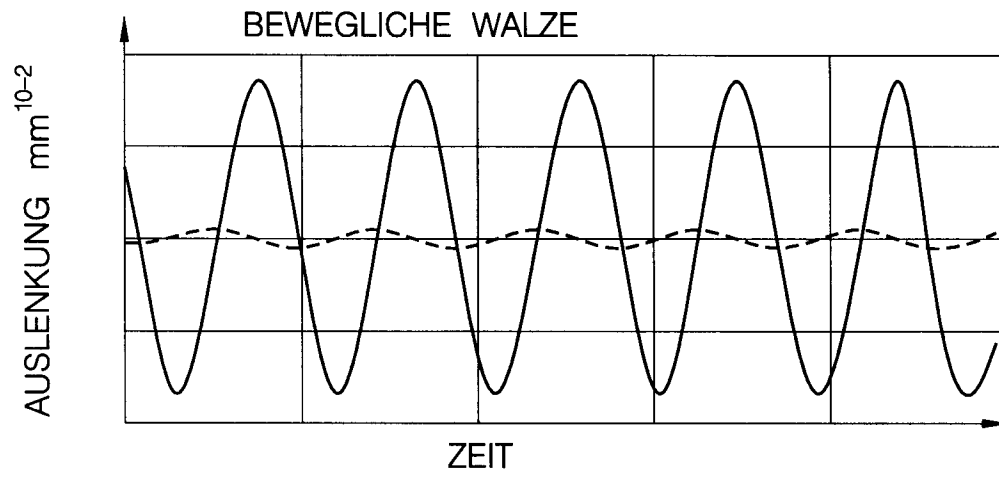


Fig.3

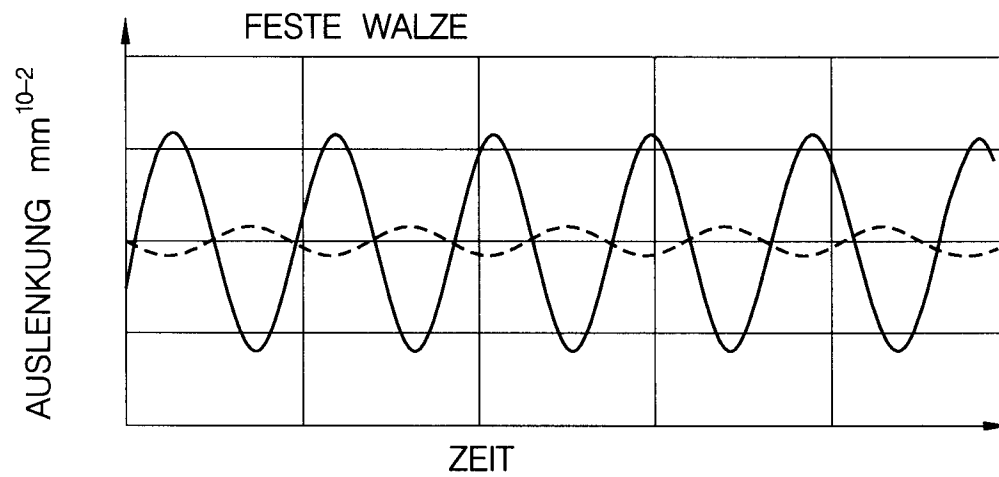


Fig.4

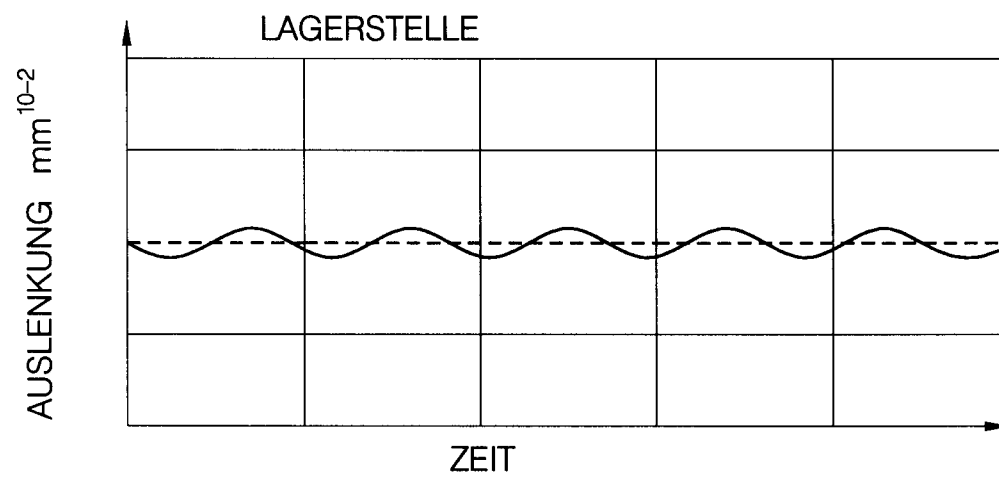


Fig.5