



⑫ **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

⑰ Anmeldenummer : **95890093.8**

⑤① Int. Cl.⁶ : **E01B 27/17, E01B 35/00**

⑱ Anmeldetag : **12.05.95**

③⑩ Priorität : **17.06.94 AT 1203/94**

⑦② Erfinder : **Theurer, Josef**
Johannesgasse 3
A-1010 Wien (AT)
 Erfinder : **Lichtberger, Bernhard, Dr. Dipl.-Ing.**
Im Bäckerfeld 15
A-4060 Leonding (AT)

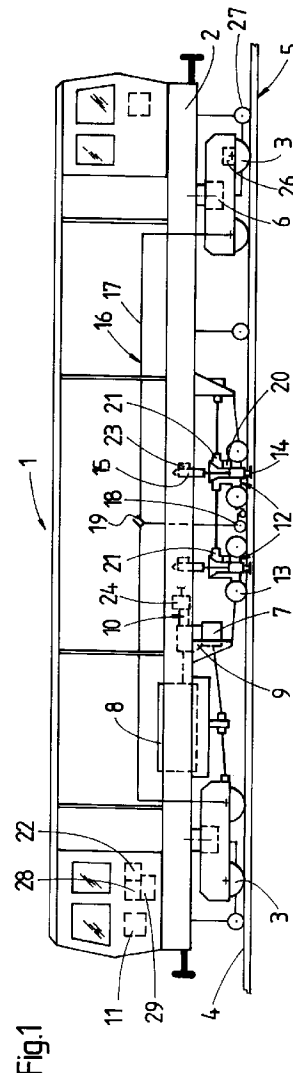
④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
27.12.95 Patentblatt 95/52

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :
AT BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE

⑦① Anmelder : **Franz Plasser Bahnbaumaschinen-**
Industriegesellschaft m.b.H.
Johannesgasse 3
A-1010 Wien (AT)

⑤④ **Verfahren zur kontinuierlichen Messung des Querverschiebewiderstandes eines Gleises**

⑤⑦ In einem Verfahren zur kontinuierlichen Messung des Querverschiebewiderstandes eines Gleises, wird das Gleis mit Hilfe eines Schwingungserregers (21) in horizontale, quer zur Gleislängsrichtung verlaufende Schwingungen versetzt. Dabei wird die für den Betrieb des Schwingungserregers (21) erforderliche Leistung als zum Querverschiebewiderstand korrelierender Meßwert registriert.



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur kontinuierlichen Messung des Querverschiebewiderstandes eines Gleises, wobei das Gleis mit Hilfe eines Schwingungserregers in horizontale, quer zur Gleislängsrichtung verlaufende Schwingungen versetzt wird, sowie eine Meßvorrichtung und einen Gleisstabilisator zur Durchführung des Verfahrens.

5 Es ist gemäß AT 380 280 B bereits eine kontinuierlich verfahrbare Gleisbaumaschine bekannt, bei der eine Gleisstopfmaschine mit einem auf einem eigenen Maschinenrahmen angeordneten Stabilisations- bzw. Schwingaggregat verbunden ist. Letzteres kann auch selbständig verfahrbar ausgebildet werden und unabhängig von anderen Gleisbaumaschinen zum Einsatz kommen. Mit dieser - auch als dynamischer Gleisstabilisator bezeichneten - Gleisbaumaschine ist die Lagefestigkeit und damit vor allem der Querverschiebewiderstand eines Gleises mit einer infolge einer Unterstopfung oder dergleichen gelockerten Schotterbettung erheblich verbesserbar, indem die durch die Verkehrsbelastung in einem relativ großem Zeitraum sich von selbst ergebende Schotterbettverdichtung künstlich in einer einzigen Arbeitsdurchfahrt vorweggenommen wird. Zu diesem Zweck werden beide Schienen durch Rollwerkzeuge des Stabilisationsaggregates erfaßt und der Gleisrost mittels eines hydraulisch beaufschlagbaren Schwingungserregers in horizontale, quer zur Maschinenlängsrichtung verlaufende Schwingungen versetzt.

Gleichzeitig wird durch am Maschinenrahmen befestigte, vertikale Antriebe eine statische Auflast auf das Stabilisationsaggregat bzw. das Gleis aufgebracht und dieses in die Schotterbettung gleichsam eingerieben, wodurch diese verdichtet und das Gleis entsprechend in eine Soll-Lage abgesenkt wird. Daraus resultiert neben einer dauerhaften und gleichmäßig elastischen Schotterbettung auch eine Erhöhung des durch die Reibung zwischen Schwelle und Schotter bestimmten Querverschiebewiderstandes.

Die Qualität der Schotterbettverdichtung läßt sich aus der Größe des Querverschiebewiderstandes (QVW) ableiten, der die seitliche Lagestabilität des Gleises bestimmt. Die Messung dieses QVW erfolgt üblicherweise getrennt vom Einsatz der Gleisbaumaschinen. Ein Artikel in der Zeitschrift "Transport International", Juni 1981, Seiten 3-6, beschreibt beispielsweise eine solche Messung, die an einzelnen Schwellen eines Gleises vorgenommen wird. Dabei werden zunächst die jeweiligen Schienenbefestigungsmittel entfernt und die Stirnseite einer Schwelle freigelegt, wonach die aus einem Hydraulikzylinder bestehende Meßeinrichtung an den Schwellenkopf angesetzt und die Schwelle in ihrer Längsrichtung geringfügig verschoben wird. Aufgrund der auf die Schwelle einwirkenden Kraft und des Verschiebeweges werden Rückschlüsse auf den QVW gezogen. Diese Art der Messung erfordert beträchtlichen Arbeitsaufwand und kann überdies nur stichprobenweise eingesetzt werden.

Schließlich ist es noch durch die US 5 127 333 bekannt, eine Meßvorrichtung zur Messung der Schwingungsamplitude des Stabilisationsaggregates vorzusehen, um damit auf den Querverschiebewiderstand rückschließen zu können.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt nun in der Schaffung eines Verfahrens der eingangs beschriebenen Art, bei dem die Meßergebnisse ohne Beeinträchtigung der Gleislage eine zuverlässige Aussage über den Querverschiebewiderstand ermöglichen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem Verfahren der gattungsgemäßen Art dadurch gelöst, daß die für den Betrieb des Schwingungserregers erforderliche Leistung als zum Querverschiebewiderstand korrelierender Meßwert registriert wird.

40 Diesem Verfahrensschritt liegt die Erkenntnis zugrunde, daß die durch den Schwingungserreger für die Gleisschwingung aufzubringende Leistung bzw. in das Gleis übertragene Energie in Zusammenhang mit dem der Gleisschwingung entgegenwirkenden Querverschiebewiderstand steht. Werden beispielsweise die Schwingleistung beeinflussende Faktoren, wie Schwingfrequenz, Schwingamplitude und statische Auflast, konstant gehalten, kann aus der für den Schwingungserreger erforderlichen Leistung direkt auf den QVW rückgeschlossen werden. Dieses Verfahren hat den wirtschaftlich besonderen Vorteil, daß eine QVW-Messung ohne einen zusätzlichen Verfahrensschritt auch in Verbindung mit einer Gleisstabilisation zur künstlichen Vornahme der Anfangssetzungen eines Gleises durchführbar ist. Damit liegt in Verbindung mit der die Gleislagekorrekturarbeiten abschließenden Gleisstabilisation eine den gesamten Gleisabschnitt betreffende zuverlässige und - in Hinsicht auf die Bedeutung des Querverschiebewiderstandes für die Sicherheit in vorteilhafter Weise - dokumentierbare Aussage über den Querverschiebewiderstand vor.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher beschrieben.

Es zeigen:

55 Fig. 1 eine Seitenansicht einer als Gleisstabilisator bekannten Gleisbaumaschine zur Ermittlung des Querverschiebewiderstandes in Verbindung mit einer kontrollierten Gleisabsenkung,

Fig. 2 einen Teil eines Schaltplanes für das Hydrauliksystem zur Beaufschlagung des Schwingungserregers, und

Fig. 3 eine vereinfachte Schemazeichnung bezüglich verschiedener Meßvorrichtungen zur Ermittlung des Querverschiebewiderstandes.

Eine in Fig. 1 dargestellte, als Gleisstabilisator bezeichnete Maschine 1 weist einen langgestreckten Maschinenrahmen 2 auf, der sich über Schienenfahrwerke 3 auf Schienen 4 eines Gleises 5 abstützt. Für die kontinuierliche Arbeitsvorfahrt der als Regelfahrzeug ausgebildeten Maschine 1 ist jedem Schienenfahrwerk 3 ein Fahrtrieb 6 zugeordnet, während ein weiterer hydrodynamischer Fahrtrieb 7 für die Überstellfahrt vorgesehen ist. Die Beaufschlagung sämtlicher Antriebe der Maschine 1 erfolgt durch eine zentrale Energieversorgungseinrichtung 8 und ein Hydraulikaggregat 9 eines Hydrauliksystems 10. Endseitig angeordnete Fahrkabinen beinhalten Bedienungs- und Steuereinrichtungen 11 sowohl für die Vorfahrt der Maschine 1 als auch für den Arbeitseinsatz von zwei mittig zwischen den Schienenfahrwerken 3 mit dem Maschinenrahmen 2 verbundenen und in Gleislängsrichtung hintereinander angeordneten Schwing- bzw. Stabilisationsaggregaten 12. Diese weisen aus Spurkranzrollen 13 und verschwenkbaren Rollentellern 14 bestehende Werkzeuge auf. Die Spurkranzrollen 13 sind über nicht näher dargestellte Spreizantriebe in Gleisquerrichtung an die Innenseiten der Schienen 4 anpreßbar und mittels eines eigenen, mit dem Schwingaggregat 12 verbundenen Schwingungserregers 21 mit etwa horizontalen, quer zur Maschinenlängsrichtung verlaufenden Schwingungen beaufschlagbar. Vertikale, am Maschinenrahmen 2 angelenkte und als Hydraulikzylinder ausgebildete Höhenverstellantriebe 15 dienen zur Übertragung einer statischen Auflast auf das Gleis 5. Die damit in Verbindung mit der Gleisschwingung erzielbare Gleisabsenkung wird anhand eines Nivellierbezugsystems 16 gesteuert, welche als Meßbasis eine zwischen den Schienenfahrwerken 3 gespannte Drahtsehne 17 pro Schiene 4 aufweist. Ein höhenverstellbares, als Spurkranzrolle ausgebildetes Tastorgan 18 wird zwischen den beiden Schwingaggregaten 12 auf dem Gleis 5 geführt und trägt je Schiene 4 einen mit der jeweiligen Drahtsehne 17 zusammenwirkenden Höhenmeßfühler 19.

Jedem Schwingaggregat 12 ist eine beispielsweise als Beschleunigungsaufnehmer ausgebildete Meßvorrichtung 20 zugeordnet, um damit die vom Schwingungserreger 21 erzeugten Schwingamplituden zu erfassen. Eine weitere Meßvorrichtung 22 dient zum Erfassen der Schwingfrequenz des Schwingungserregers 21. Jedem Höhenverstellantrieb 15 ist ein Druckgeber 23 zum Erfassen der auf das Gleis 5 einwirkenden statischen Auflast zugeordnet. Ein weiterer Druckgeber 24 ist jeweils zwischen einer Hydraulikpumpe 25 (Fig. 2) und dem Schwingungserreger 21 zur Erfassung des zur Beaufschlagung des Schwingungserregers 21 dienenden Betriebsdruckes vorgesehen. Weitere Meßvorrichtungen 26,27 dienen zum Erfassen der Vorfahrt- bzw. Arbeitsgeschwindigkeit der Maschine 1 bzw. zur Ermittlung der zurückgelegten Wegstrecke. Sämtliche Meßvorrichtungen und Druckgeber sind mit einer Recheneinheit 28 und einer Aufzeichnungseinrichtung 29 verbunden.

Im Hydraulik-Schaltplan gemäß Fig. 2 ist der bereits erwähnte Druckgeber 24 dargestellt, der zur Erfassung des Betriebsdruckes zwischen der Hydraulikpumpe 25 und dem durch einen Hydromotor 30 beaufschlagbaren Schwingungserreger 21 vorgesehen ist.

In Fig. 3 ist der Aufbau der Meßeinrichtung zur Ermittlung des Querverschiebewiderstandes schematisch dargestellt. Durch die Meßvorrichtung 20 wird die Querbeschleunigung a [m/s^2] erfaßt. Über die doppelte Integration wird schließlich die Schwingamplitude x_0 der Recheneinheit 28 zugeführt. Mit f ist die Schwingfrequenz bezeichnet, die ebenfalls der Recheneinheit 28 zugeführt wird. Die statische Auflast F_v wird sowohl für den linken als auch den rechten Höhenverstellantrieb 15 gesondert ermittelt. Mit dem Druckgeber 24 wird der zur Beaufschlagung des Schwingungserregers 21 erforderliche Betriebs- oder Fülldruck p_p an die Recheneinheit 28 weitergegeben. Durch die Meßvorrichtung 27 wird der von der Maschine 1 in bezug auf einen Festpunkt zurückgelegte Weg registriert, so daß der ermittelte Querverschiebewiderstand jeweils den Gleisabschnitten örtlich genau zugeordnet werden kann. Mit der von der Meßvorrichtung 26 erfaßten Geschwindigkeit der Maschine 1 kann die von der Vorfahrtgeschwindigkeit abhängige Einwirkung auf den Querverschiebewiderstand registriert bzw. berücksichtigt werden.

Für den im folgenden angeführten theoretischen Hintergrund zur Ermittlung des Querverschiebewiderstandes QVW werden folgende Symbole verwendet:

μ	Reibwert Schotterbett, Schwelle
dt	Zeitdifferential
dW	Energiedifferential
f	Schwingfrequenz
F_v	statische Auflast bzw. Vertikalkraft
k_0	Koeffizient
k_v	Koeffizient
k'_0	Koeffizient
k'_v	Koeffizient
n_p	Drehzahl Schwingaggregat 12
P_{ab}	abgeführte Leistung

	P_{DGS}	Schwingleistung des Schwingaggregates 12
	P_g	Schwingleistung Gleisrost und Schotter
	p_p	Betriebsdruck zur Beaufschlagung des Schwingungserregers 21
	P_r	Reibleistung
5	P_{rot}	Rotationsleistungsanteil
	P_{zu}	zugeführte Leistung
	Q_p	Förderleistung Hydraulikpumpe 25
	QVW	Querverschiebewiderstand
	QVW_{100}	normierter Querverschiebewiderstand (Auflast 100kN)
10	t	Zeit
	V_p	Füllvolumen der Hydraulikpumpe 25
	x_0	Schwingamplitude des Schwingaggregates 12
	kN	Kilonewton

15 Zur Erläuterung des theoretischen Hintergrundes für die Ermittlung des Querverschiebewiderstandes werden folgende Gleichungen angeführt:

In das Gleis 5 übertragene Reibleistung (P_r):

$$P_r = \frac{dW}{dt} = F \cdot v = F_v \cdot \mu \cdot x_0 \cdot 2\pi f \cdot \cos(2\pi f t) =$$

$$20 = F_v \cdot \mu \cdot x_0 \cdot 2\pi f \cdot \frac{2}{\pi} = F_v \cdot \mu \cdot x_0 \cdot 4f = QVW \cdot x_0 \cdot 4f$$

Zugeführte Leistung (P_{zu}):

$$P_{zu} = Q_p \cdot p_p = V_p \cdot n_p \cdot p_p = V_p \cdot f \cdot p_p$$

Konstante abgeführte Leistung (P_{ab}):

$$P_{ab} = P_{DGS} + P_g + P_{rot}$$

25 Die QVW-Beziehung ergibt sich aus folgendem Leistungsgleichgewicht:

$$P_{zu} = V_p \cdot f \cdot p_p = P_r + P_{ab} = QVW \cdot x_0 \cdot 4f \cdot P_{ab}$$

30 Damit der Einfluß auf den QVW durch eine (während des Arbeitseinsatzes eines Gleisstabilisators zur Absenkung des Gleises 5 in die Soll-Lage) schwankende Vertikalbelastung bzw. statische Auflast wegfällt, muß der Wert noch z.B. auf 100kN vertikale Auflast (QVW_{100}) normiert werden. Der Verstellwinkel der Hydraulikpumpe wird zur Aufrechterhaltung eines konstanten Hubvolumens nicht verändert. (Alternativ wäre auch eine Änderung des Hubvolumens möglich; in diesem Fall müßte allerdings die Änderung erfaßt und in die Leistungsmessung miteinbezogen werden.)

$$35 QVW_{100} = \frac{V_p \cdot p_p}{4 \cdot x_0} \cdot \frac{F_v}{100} - \frac{P_{ab}}{4 \cdot x_0 \cdot f} \cdot \frac{F_v}{100} = k_v \cdot \frac{F_v \cdot p_p}{x_0} - k_0 \cdot \frac{F_v}{x_0 \cdot f}$$

Bei konstanten Werten für die Schwingamplitude x_0 , die Schwingfrequenz f und die statische Auflast F_v ergibt sich folgende Beziehung:

$$QVW_{100} = k'_v \cdot p_p - k'_0$$

40 Wie den Gleichungen zu entnehmen ist, läßt sich prinzipiell sogar der Absolutwert des QVW messen. Darüber hinaus läßt sich in jedem Fall das qualitative Verhalten des QVW während des Stabilisiervorganges (Gleisabsenkung in die Soll-Lage) messen.

45 Die QVW-Messung kann wahlweise gemeinsam mit einer kontrollierten Absenkung des Gleises 5 in die gewünschte Soll-Lage (Gleisstabilisation) oder aber auch in einer eigenen Meßfahrt durchgeführt werden, bei der das bereits stabilisierte Gleis 5 unter entsprechend minimaler Beaufschlagung der Höhenverstellantriebe 15 nicht abgesenkt, sondern lediglich in horizontale Querschwingungen versetzt wird. Selbstverständlich sind anstelle des beschriebenen Hydrauliksystems auch andere Energiesysteme, beispielsweise elektrische Energie, zur Beaufschlagung des Schwingungserregers 21 einsetzbar. In diesem Fall ist dann die Stromänderung als zum QVW korrelierender Meßwert heranzuziehen.

50 Patentansprüche

1. Verfahren zur kontinuierlichen Messung des Querverschiebewiderstandes eines Gleises, wobei das Gleis mit Hilfe eines Schwingungserregers (21) in horizontale, quer zur Gleislängsrichtung verlaufende Schwingungen versetzt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die für den Betrieb des Schwingungserregers (21) erforderliche Leistung als zum Querverschiebewiderstand korrelierender Meßwert registriert wird.
- 55 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein zur hydraulischen Beaufschlagung des Schwingungserregers (21) erforderlicher Betriebsdruck (p_p) als zum Querverschiebewiderstand korrelierender Meßwert registriert wird.

render Meßwert registriert wird.

- 5
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich zum Betriebsdruck (p_p) wenigstens ein weiterer Meßwert aus der Gruppe:
- a) Schwingfrequenz (f) des Schwingungserregers (21),
 b) Schwingamplitude (x_0),
 c) in vertikaler Richtung auf das Schwingaggregat (12) einwirkende Auflast (F_v), und
 d) Vorfahrtgeschwindigkeit der Maschine registriert wird.
- 10
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ermittlung des Querverschiebewiderstandes die Meßwerte: Betriebsdruck (p_p), Schwingfrequenz (f), Schwingamplitude (x_0) und vertikale Auflast (F_v) einer Recheneinheit (28) zugeführt und unter der mathematischen Beziehung $k_v \cdot \frac{F_v \cdot p_p}{x_0} - k_0 \cdot \frac{F_v}{x_0 \cdot f}$ miteinander verknüpft werden.
- 15
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Querverschiebewiderstand unter Annahme konstanter Meßwerte bezüglich Schwingamplitude (x_0) und Schwingfrequenz (f) für eine konstante vertikale Auflast ($\frac{F_v}{100}$) normiert wird.
- 20
6. Meßvorrichtung zum kontinuierlichen Ermitteln des Querverschiebewiderstandes eines Gleises mit einem am Gleis abrollbaren, einen Schwingungserreger (21) aufweisenden Schwingaggregat (12), das wahlweise durch verstellbare Werkzeuge in eine formschlüssige Verbindung mit Schienen des Gleises bringbar ist, wobei der mit einem Maschinenrahmen (2) verbundene Schwingungserreger (21) durch eine Hydraulikpumpe (25) eines Hydrauliksystems (10) beaufschlagbar ist, zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem Hydrauliksystem (10) ein Druckgeber (24) zur Erfassung des zur Beaufschlagung des Schwingungserregers (21) erforderlichen Betriebsdruckes (p_p) zugeordnet ist.
- 25
7. Meßvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Maschinenrahmen (2) und Schwingaggregat (12) vorgesehenen hydraulischen Höhenverstellantrieben (15) jeweils ein Druckgeber (23) zur Registrierung der vertikalen Auflast (F_v) zugeordnet ist.
- 30
8. Meßvorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß dem Schwingaggregat (12) eine vorzugsweise aus einem Beschleunigungsaufnehmer gebildete Meßvorrichtung (20) zur Erfassung der Schwingamplitude (x_0) zugeordnet ist.
- 35
9. Gleisstabilisator (1) zum Absenken eines Gleises in eine Soll-Lage, mit einem auf Schienenfahrwerken (3) abgestützten Maschinenrahmen (2), dem ein durch Höhenverstellantriebe (15) mit dem Maschinenrahmen (2) verbundenes Schwing- bzw. Stabilisationsaggregat (12) mit einem durch eine Hydraulikpumpe (25) beaufschlagbaren Schwingungserreger (21) sowie ein Nivellierbezugsystem (16) zugeordnet ist, zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen dem Schwingungserreger (21) vorgeordneten Druckgeber (24) zur Erfassung des zur Beaufschlagung des Schwingungserregers (21) dienenden Betriebsdruckes (p_p) und eine Aufzeichnungseinrichtung (29) zum Aufzeichnen des Betriebsdruckes (p_p) bzw. des zu diesem korrelierenden Querverschiebewiderstandes.
- 40
- 45
- 50
- 55

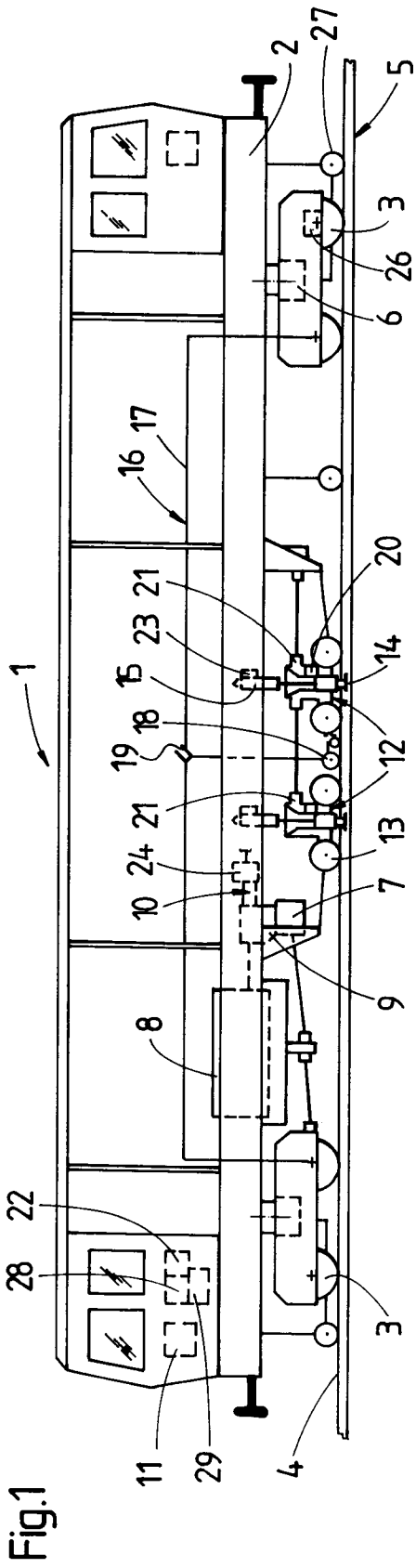


Fig. 1

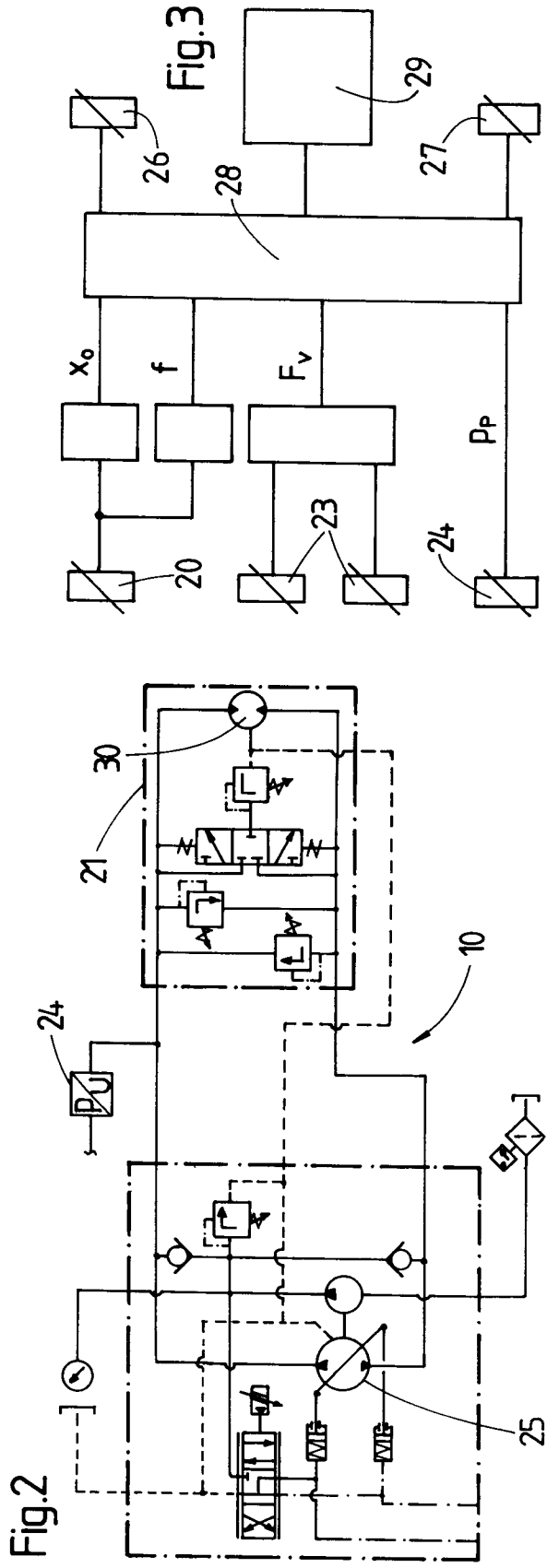


Fig. 2

Fig. 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 95 89 0093

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
D,Y	US-A-5 127 333 (THEURER) 7.Juli 1992 * Spalte 1, Zeile 31 - Spalte 4, Zeile 37; Abbildungen *	1,2,6,7, 9	E01B27/17 E01B35/00
Y	RAIL INTERNATIONAL, Bd. 11, Nr. 2, Februar 1980 BRUXELLES BE, Seiten 103-113, ESVELD 'Track stiffness measurements using an adapted tamping machine' * Absatz 1 *	1,2,6,7, 9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			E01B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 26. September 1995	Prüfer Blommaert, S
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)