

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Pistenpflegefahrzeug mit schwenkbar angebauter Fräse gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Aus dem Dokument EP 0 895 495 B1 ist ein kettengetriebenes Pistenpflegefahrzeug bekannt, bei dem für den Antrieb einer Schneefräse mindestens ein elektrischer Antrieb für die Fräswelle der Schneefräse vorgesehen ist, der mit einem Elektromotor des Antriebs- bzw. Turasrades des Kettenfahrzeuges synchronisiert ist. Damit soll eine gleichmäßige und gleichmäßig gute Pistenpflege gewährleistet werden, da auf diese Weise die Fräswellendrehzahl und Fahrgeschwindigkeit aufeinander abgestimmt werden und sich eine definierte Anzahl von Zahneingriffen der Fräswelle je Wegstrecke ergibt. Damit sollen insbesondere vergleichbare oder bessere Fahrleistungen als bei einem hydrostatischen Antrieb erreicht werden.

[0003] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt darin, sowohl eine definierte Anzahl von Zahneingriffen der Fräswelle auf die Wegstrecke zu erhalten als auch die Schnitttiefe der Fräszähne derart zu legen, dass es möglich sein soll, den Energieeintrag in den Schnee möglichst niedrig zu halten.

[0004] Diese und weitere Aufgaben werden durch ein Pistenpflegefahrzeug mit schwenkbar angebauter Fräse gemäß den Merkmalen des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1 gelöst.

[0005] Dadurch dass die vom Schnittwinkel α abhängige Schnitttiefe der Fräszähne und die Drehzahl der Fräswelle n_F einer Fräse so gesteuert werden, dass die in den Schnee eingebrachte Arbeit pro Wegstrecke (J/m) konstant bleibt, wird eine gleichmäßige Pistenqualität unabhängig von Fahrgeschwindigkeitsänderungen bzw. Eingriffsgeometrieänderungen gewahrt.

[0006] Weitere Merkmale und Einzelheiten gehen aus der folgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform des Pistenpflegefahrzeugs gemäß der vorliegenden Erfindung hervor. In der Zeichnung zeigen,

Figur 1 ein Blockschema einer Anlage zur automatischen Verstellung der Schnitttiefe und der Drehzahl einer Nachlauf-
fräse für Pistenfahrzeuge,

Figur 2 schematisch eine Anbaufräse mit Angabe des Schnittwinkels,

Figur 3a,b zwei Diagramme zur Darstellung der Drehzahl der Fräse in Abhängigkeit der Drehzahl des Antriebes,

Figur 4a,b schematisch jeweils den Kreislauf der Drehzahlsteuerung mit Stromregler und jenen des Druckreglers,

Figur 5 und 6 verschiedene Eingriffskurven der Zähne.

[0007] In Figur 1 ist insgesamt mit der Bezugsziffer 1 der Umriss eines Pistenpflegefahrzeuges gemäß der vorliegenden Erfindung angegeben.

[0008] Das Pistenpflegefahrzeug umfasst einen Dieselmotor 2, der auf bekannte Art und Weise mit einem Antrieb 3 und einem Antrieb 4 verbunden ist, die jeweils ein Antriebsrad 5 und 6 betätigen. Der Dieselmotor 2 treibt überdies eine Regelpumpe 9 an, die einen hydrostatischen Kreislauf 10 umwälzt.

[0009] Der hydrostatische Kreislauf 10 weist eine Druckleitung 11 auf, die mit einem Hydromotor 12 verbunden ist, der seinerseits über eine Rücklaufleitung 13 mit der Regelpumpe 9 rückgekoppelt ist. Der Hydromotor 12 treibt eine Fräse 14, 15 an.

[0010] Gemäß der Erfindung wird die Druckleitung 11 in ihrem Druck von einem nicht gezeigten Sensor bekannter Art überwacht, der über eine Leitung 8 mit einer Regeleinheit 17 verbunden ist. Sensoren bekannter und daher nicht gezeigter Art erfassen die Drehzahl n_F der Fräse 14, 15 und liefern die entsprechenden Größen über die Leitungen 21 der Regeleinheit 17.

[0011] Mit der Regeleinheit 17 sind überdies über Leitungen 19 und 20 Sensoren, auch diese bekannter Art und Weise, verbunden, welche die Drehzahlen n_{a1} , n_{a2} der Antriebsräder 5 und 6 erfassen. Auf eine ähnliche Weise ist ein die Drehzahl des Dieselmotors erfassender Sensor über eine Leitung 18 mit der Regeleinheit 17 verbunden.

[0012] Wie der Figur 2 entnehmbar ist ein Arbeitszylinder 16 vorgesehen, der auf bekannte Art und Weise die schwenkbar angebaute Fräse um einen Winkel α in ihrer Neigung regelt (Figur 2). Ein den Weg und/oder Druck des Arbeitszylinders 16 erfassender Sensor ist über eine Leitung 7 mit der Regeleinheit 17 verbunden.

[0013] Die Regeleinheit 17 ist über eine Leitung 22 mit dem Arbeitszylinder 16 und über eine Leitung 23 mit der Regelpumpe 9 zur Regelung derselben so wie nachstehend eingehend beschrieben zurückgekoppelt.

[0014] Die automatische Verstellung der Schnitttiefe und der Drehzahl der Fräse wickelt sich wie folgt ab.

[0015] Die notwendige an die jeweiligen Schneeverhältnisse angepasste Einstellung der Arbeit pro Strecke erfolgt über den Bediener mittels eines Verhältnisses Fräsdrehzahl zu Fahrgeschwindigkeit und einer Drehmomentvorgabe.

[0016] Verwirklicht wird die automatische Verstellung durch den Einsatz der Regeleinheit 17, die mit folgenden Messwerten aus entsprechenden oben angegebenen Sensoren versorgt wird,

Drehzahl des Dieselmotors n_D

Drehzahlen der Antriebsräder n_{a1} , n_{a2}

Druck im hydrostatischen Fräsantrieb p_F

[0017] In weiterer Folge ermittelt die Regeleinheit 17 den Wert für das Übersetzungsverhältnis Dieselmotor zu Fräsdrehzahl (n_D/n_F) in Form des

Pumpenstroms I_F Und die maßgebliche Größe für
Schnittwinkel α das Antriebsmoment, den
welcher somit die Regelgröße p_F
darstellt als Ergebnis.

ZUSAMMENHÄNGE DER GRÖSSEN

[0018] Um das Ziel $W/s = \text{konst.}$ zu erreichen, wird
zunächst davon ausgegangen, dass die Anzahl der pro
Wegstrecke eingreifenden Fräszähne konstant zu hal-
ten ist. Diese Annahme beruht auf Versuchsergebnisse,
die einen derartigen Zusammenhang aufgezeigt haben.
Als Größe für dieses Verhältnis wird die Beziehung
Fahr-
geschwindigkeit zu Umfangsgeschwindigkeit der
Fräswalze (v/v_u) verwendet.

[0019] Da die Fahr-
geschwindigkeit direkt proportional
zur Raddrehzahl, und die Umfangsgeschwindigkeit pro-
portional zu Fräswalzendrehzahl ist, folgt:

Anzahl der eingreifenden Zähne pro Wegstrecke =

$$f(n_{a(1,2)}, n_F)$$

[0020] Des Weiteren ist die Fräsdrehzahl n_F abhängig
von der Dieseldrehzahl und dem Übersetzungsverhält-
nis (n_D/n_F), das wiederum alleine vom Pumpenstrom I_F
beeinflusst wird.

Somit ist $n_F = f(n_{a(1,2)}, n_D, I_F)$

Eingreifende Zähne/Wegstrecke = $f(n_{a(1,2)}, n_D,$
 $I_F)$

[0021] Durch die Ermittlung der beiden Drehzahlgrö-
ßen (siehe Bild 1) kann mit dem Pumpenstrom I_F als
Steuergröße die Vorgabe Zähne/Wegstrecke = kon-
stant erreicht werden, womit das Ziel

Eingreifende Zähne/Wegstrecke = konst.

= $f(n_{a(1,2)}, n_D, I_F)$ verwirklicht wird.

[0022] Vor dem Hintergrund dieser "Drehzahlrege-
lung" kann nun des Weiteren davon ausgegangen wer-
den, dass mit einem konstanten Antriebsmoment an der
Fräswalze auch die Arbeit pro Wegstrecke ($W/s = M \cdot \omega$
= $M \cdot f(n_F)$) konstant ist.

Also: $W/s = \text{konst} = f(n_{a(1,2)}, n_D, I_F)_{\text{konst}}, M_{\text{konst}}$

[0023] Neben dem untergeordneten Einfluss der Frä-
swalzendrehzahl ist die dominierende Einflussgröße auf

das Antriebsmoment der Fräswelle die Schnitttiefe der
Fräszähne. Dieser Zusammenhang wird durch Untersu-
chungen an gängigen Nachlaufräsen gestützt.

[0024] Aus geometrischen Gründen gilt:

Schnitttiefe = $f(\alpha)$ womit also auch gilt:

$$M = f(\alpha)$$

[0025] Aufgrund des üblichen hydrostatischen Fräs-
antriebes kann der Druck p_F als Wert für das Antriebs-
moment angesehen werden, da der Zusammenhang M
= $f(p_F)$ gilt.

[0026] Durch das Regeln der Größe α kann der Druck
 p_F bzw. das dazu proportionale Moment M konstant ge-
halten werden.

[0027] Durch die Kombination der beiden Teile "Dreh-
zahlregelung" und "Druck- od. Momentregelung" wird
das Ziel der beschriebenen Einrichtung ($W/s = \text{konst}$)
erreicht.

[0028] Zusammenfassend:

n_a, n_D = gegeben durch Fahrzustand

$$n_F = f(n_D, I_F)$$

$$M = f(p_F) - f(\alpha)$$

→ $W/s = \text{konst.}$, wenn Eingreifende Zähne/s =

$f(n_{a(1,2)}, n_D, I_F) = \text{konstant}$ und $M = f(\alpha) = \text{konstant}$

[0029] Wie erwähnt werden die Vorgaben der Soll-
werte für Drehzahlverhältnis und Antriebsmoment un-
abhängig voneinander vom Bediener vorgegeben, um
eine den Schneeverhältnissen optimale Einstellung zu
finden, die wie beschrieben anschließend konstant ein-
geregelt wird.

[0030] Die Sollwertvorgabe erfolgt für beide Größen
mit Stellgliedern, die z.B. ein analoges Signal als Wert
ausgegeben (z.B. Potentiometer).

V Wert für das Drehzahlverhältnis

P Wert für die Druckvorgabe

[0031] Da der praktische Einsatz von Nachlaufräsen
auch bei Fahr-
geschwindigkeit (n_a) = 0 eine Fräsdreh-
zahl > 0 verlangt, wird die Sollwertrechnung entspre-
chend einem der folgenden Zusammenhänge durchge-
führt. Im Gegensatz dazu wird der Sollwert aus dem
Stellglied für das Moment bzw. den Druck direkt über-
nommen.

[0032] Da sich in der praktischen Anwendung gezeigt
hat, das besonders im Bereich kleiner Fahr-
geschwindigkeiten mit überproportionalen Geschwindigkeitsver-

hältnissen gearbeitet wird, wurde für die praktische Ausführung die Variante 2a gewählt.

[0033] N_{Fmax} ergibt sich durch die Grenzen des Antriebes, da bei gegebener Dieseldrehzahl und max. Übersetzungsverhältnis die Grenzdrehzahl an der Fräswelle erreicht wird.

[0034] Ansonsten wird der Zusammenhang von V/V_u entsprechend einer frei wählbaren Einstellung vorgegeben, wodurch sich verschiedene Eingriffskurven der Zähne ergeben (siehe Figur 5 und 6).

[0035] Steuerung bzw. Regelung für die Verwirklichung der Zielsetzung sind also wie in Figur 4 aufgebaut.

[0036] Es liegt nahe, dass für den Antrieb der Pumpe auch andere Arten von Leistungsquellen vorgesehen werden können, wie beispielsweise ein durch einen Generator angetriebener Elektromotor oder auch Brennstoffzellen sowie jegliche weitere Arten von Kraftquellen bekannter oder noch zu entwickelnder Art.

Wegstrecke konstant ist.

5. Pistenpflegefahrzeug nach den vorstehenden Ansprüchen, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Algorithmus derart ausgelegt ist, dass die Anzahl der in den Schnee eingreifenden Zähne der Fräse pro Wegstrecke und das Antriebsmoment der Fräse konstant sind.

Patentansprüche

1. Pistenpflegefahrzeug mit schwenkbar angebauter Fräse, umfassend durch eine Leistungsquelle angetriebene Pumpe, einen mit der Pumpe druckseitig und rücklaufseitig verbundenen Hydromotor, einen an einem Anbaurahmen abgestützten zur Verschwenkung der Fräse ausgelegten Arbeitszylinder und Antriebsräder, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leistungsquelle durch einen Motor (2) gebildet ist, der die Antriebsräder (5, 6) und die Pumpe (9) antreibt und dass die Pumpe (9) und der Arbeitszylinder (16) durch eine Regeleinheit (17) beeinflusst werden, die mit einem Sensor der Motordrehzahl n_D , mit jeweils einem Drehzahlsensor der Antriebsräder n_{a1} und n_{a2} , mit einem Sensor des Druckes im Hydromotor der Fräse und mit einem Wegsensor des Arbeitszylinders verbunden ist, wobei die Regeleinheit (17) die durch die Sensoren erfassten Größen durch einen Algorithmus verbindet und aufgrund dieses letzteren jeweils die Pumpe (9) und den Arbeitszylinder regelt.
2. Pistenpflegefahrzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Algorithmus derart ausgelegt ist, dass der Druck im hydrostatischen Fräsantrieb (Hydromotor 12) konstant gehalten wird.
3. Pistenpflegefahrzeug nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leistungseinheit durch Brennstoffzellen gebildet wird.
4. Pistenpflegefahrzeug nach den vorstehenden Ansprüchen, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Algorithmus derart ausgelegt ist, dass die Anzahl der in den Schnee eingreifenden Zähne der Fräse pro

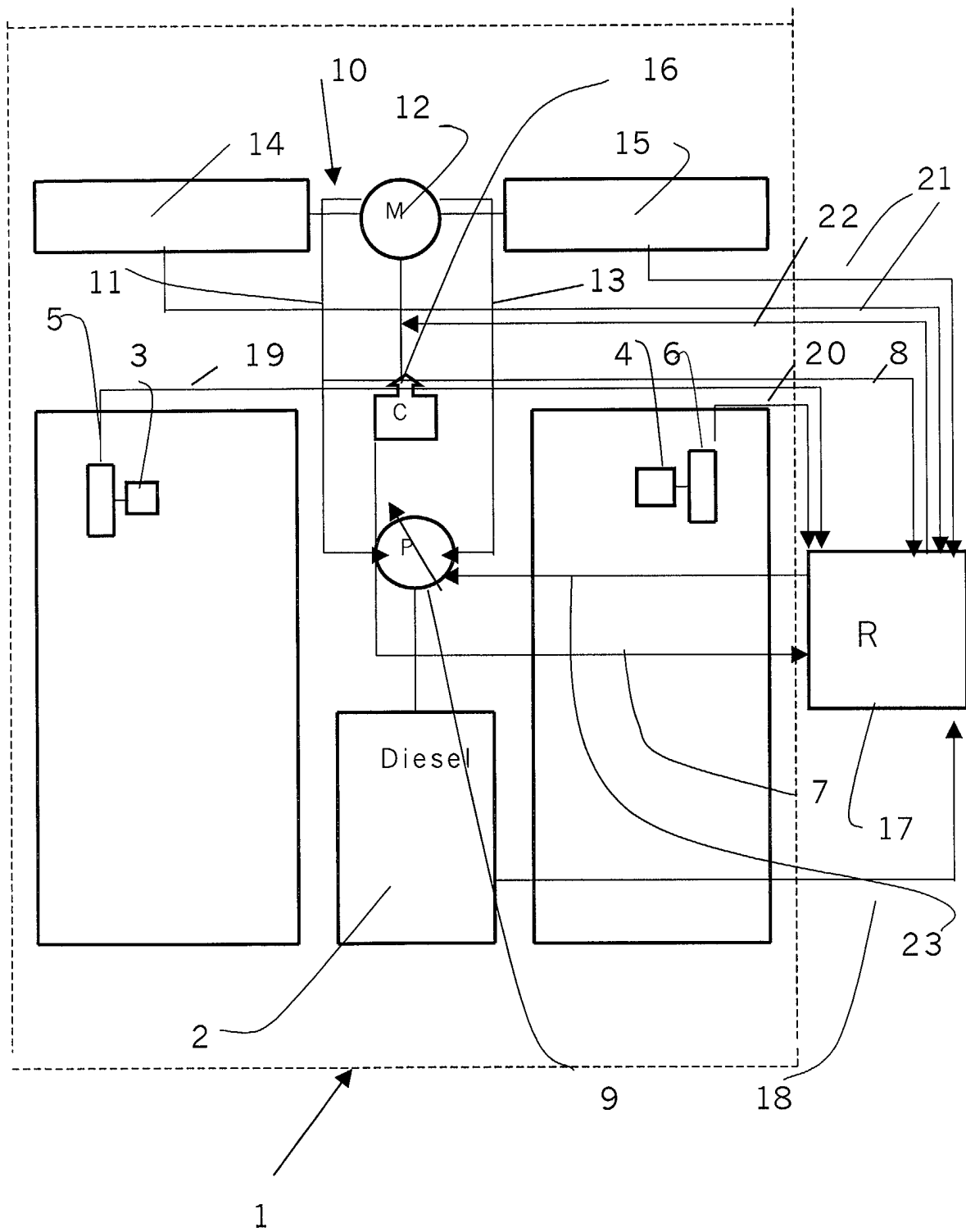


FIG. 1

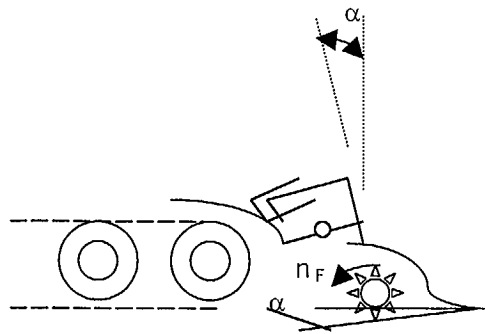


FIG. 2

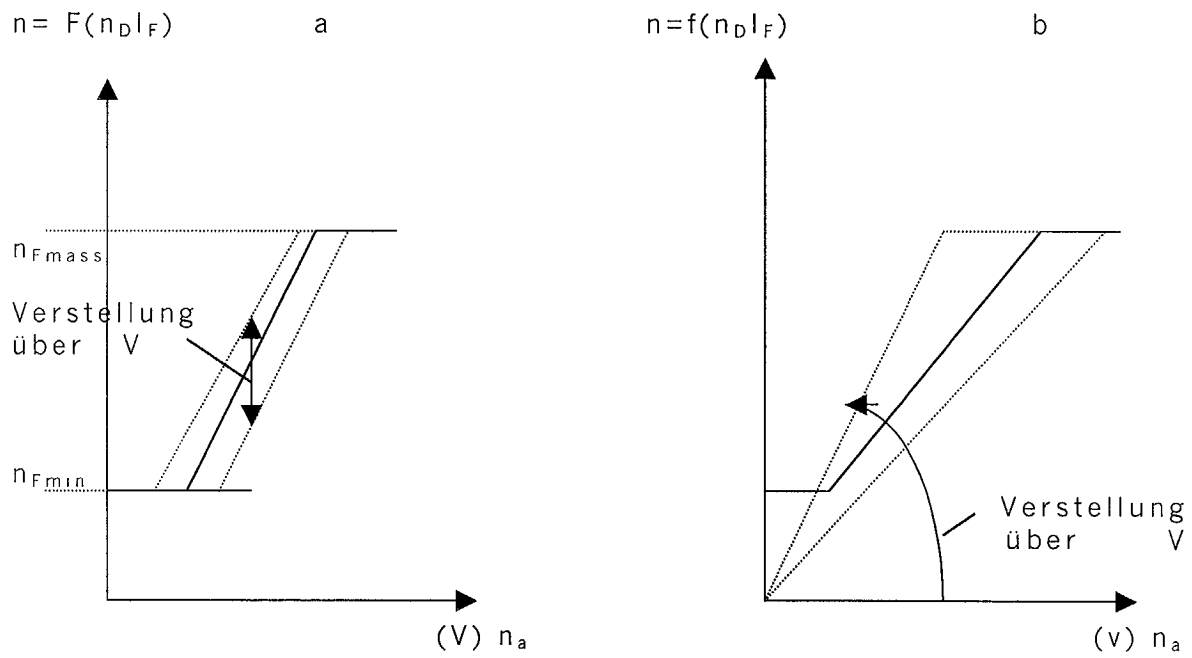
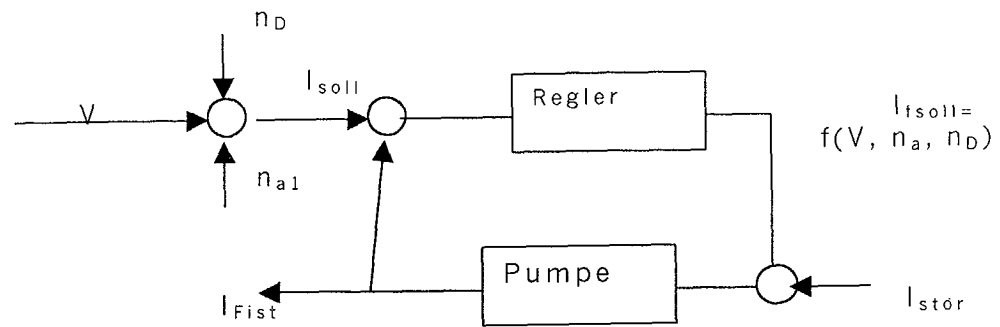


FIG. 3



Drehzahlsteuerung
mit Stromregler

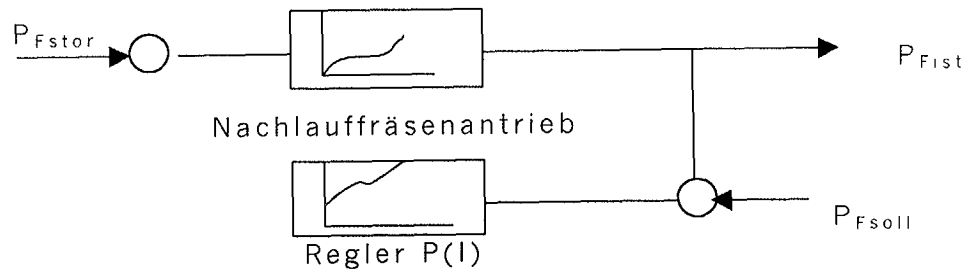


FIG.4

FIG. 5

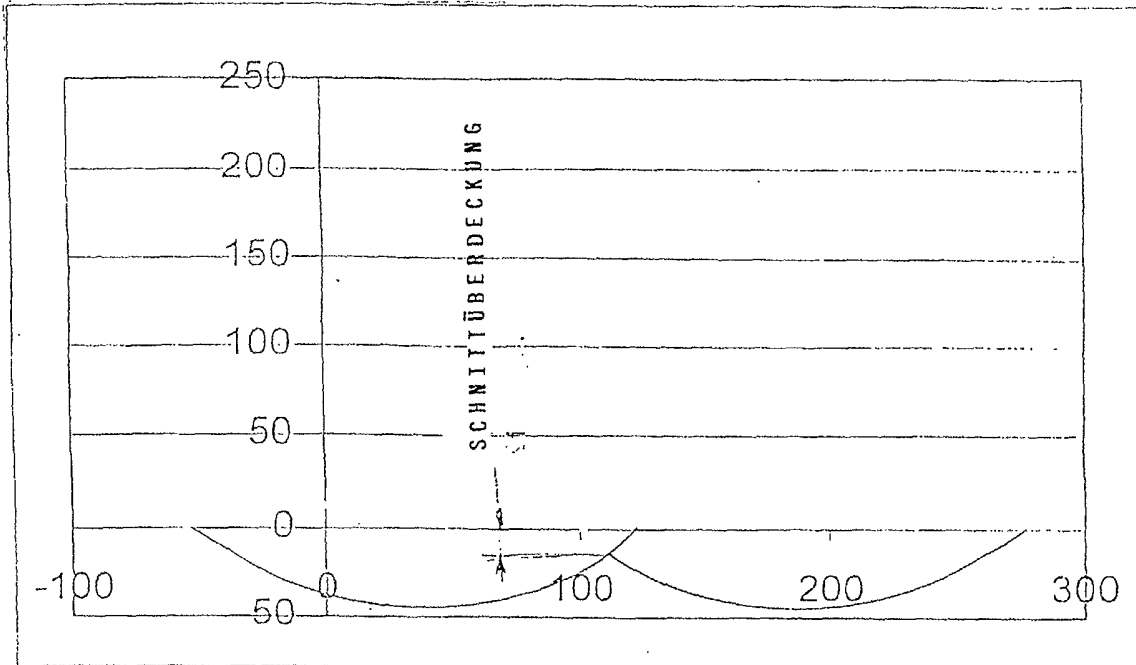


FIG. 6

