

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 85104010.5

51 Int. Cl.⁴: **B 05 B 12/00**

22 Anmeldetag: 02.04.85

30 Priorität: 22.06.84 DE 3423094

71 Anmelder: **J. Wagner GmbH, Eisenbahnstrasse 18-26, D-7990 Friedrichshafen 12 (DE)**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 02.01.86
Patentblatt 86/1

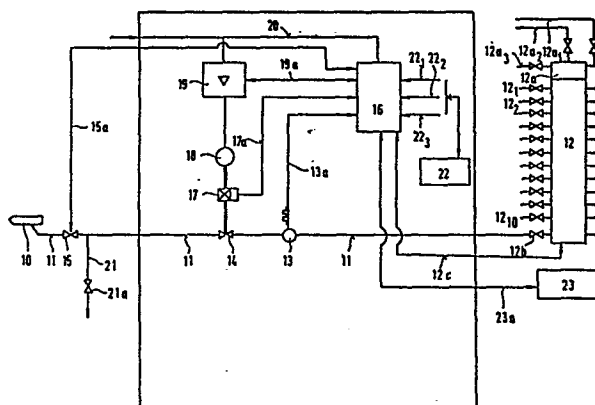
72 Erfinder: **Boll, Hans-Joachim, Dipl.-Phys., Döllenstrasse 23, D-7778 Markdorf (DE)**

84 Benannte Vertragsstaaten: **BE FR GB IT SE**

74 Vertreter: **Patentanwälte Dipl.-Ing. Klaus Behn Dipl.-Phys. Robert Münzhuber, Widenmayerstrasse 6/IV, D-8000 München 22 (DE)**

54 **Verfahren und Vorrichtung zum Einstellen eines Durchflussmengen Steuerventils einer Farbspritzpistole.**

57 Die Farb-Durchflußmenge eines motorgetriebenen Durchfluß-Steuerventils (14) einer Farbspritzpistole (10) wird so eingestellt, daß zunächst eine Folge von Zuordnungen zwischen Durchflußmengenwerten und elektrischen Ventilmotor-Betätigungssignalen erstellt und als Näherungstabelle in einen Mikrocomputer (16) eingegeben wird, daß dann durch Anwählen des gewünschten Durchflußmengenwertes der mikrocomputer (16) veranlaßt wird, das tabellarisch zugehörige Betätigungssignal als Steuersignal dem Ventilmotor (18) zuzuführen und so das Durchfluß-steuerventil (14) auf den gewünschten Sollwert annäherungsweise einzustellen, und daß schließlich während des Farbdurchflusses durch das Durchflußsteuerventil (14) die Durchflußmenge fortlaufend gemessen und die Meßwerte als Ist-Werte dem Mikrocomputer (16) zugeführt werden, der dann auf der Grundlage eines Vergleichs zwischen dem Soll-Wert und den Ist-Werten dem Ventilmotor (18) Regelsignale zuführt und so das Durchflußsteuerventil (14) auf den Soll-Wert fortlaufend nachregelt.



- A -

Verfahren und Vorrichtung zum Einstellen eines Durchflußmengen-
Steuerventils einer Farbspritzpistole.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Einstellen der Farb-Durchflußmenge eines motorgetriebenen Durchfluß-Steuerventils einer Farbspritzpistole, insbesondere einer automatischen Farbspritzpistole mit häufigem Durchflußmengen- und Farbwechsel, vorzugsweise für das fließbandmäßige Spritzen von Automobilkarosserien.

Bei den heutigen Farbspritzgeräten und -Anlagen werden zur Einstellung der Durchflußmenge mechanische oder elektrische Durchfluß-Stellglieder verwendet, die von Hand eingestellt werden müssen. Der jeweilige Ist-Wert des Durchflusses wird dabei von einer selbständigen Meßeinrichtung angezeigt und die Bedienungsperson nimmt dann auf der Grundlage des abgelesenen Wertes eine Korrektur vor. Bei komplizierteren Lackiervorgängen, etwa beim Lackieren von Automobilkarosserien, sind jedoch diese bekannten Verfahren bzw. Vorrichtungen zum Einstellen der Durchflußmenge unbefriedigend. So weist beispielsweise eine Automobilkarosserie mehrere Spritzzonen auf, also Zonen mit unterschiedlicher Stärke des Farbauftrags. Geht man nun beispielsweise davon aus, daß die Karosserie mit einer Bandgeschwindigkeit von fünf Meter pro Minute durch die Lackierstation hindurchgeführt wird, dann legt das Werkstück in einer Sekunde schon einen Wert von 8 cm zurück. Dabei liegen die Längen der erwähnten Spritzzonen zwischen etwa 30 cm und 100 cm. Damit nun eine Änderung der Durchflußmenge für die eingesetzte Farbspritzpistole für die einzelnen Spritzzonen voll wirksam wird, muß die Durchflußmengen-Einstellung sehr schnell erfolgen, d.h.,

- 2 -

der Übergang von der maximalen zur minimalen Durchflußmenge sollte innerhalb einer Sekunde möglich sein. Dies ist aber mit den erwähnten bekannten Einrichtungen nicht möglich, weil sowohl die eigentlichen Einstellzeiten als auch die Zeiten für das Messen und Ablesen der Ist-Werte in der Größenordnung von mehreren Sekunden liegen. Soll zwischen zwei Werkstücken ein Farbwechsel erfolgen, dann muß ein Spülvorgang durchgeführt werden, der ein voll geöffnetes Durchlaßventil erfordert. Anschließend ist das Ventil dann auf die Durchflußmenge der ersten Spritzzone des nächsten Werkstücks einzustellen. Hierdurch ergeben sich gerade beim Farbwechsel beträchtliche Zeitverzögerungen. Zu Berücksichtigen ist ferner, daß die Durchflußmenge von der Viskosität der jeweiligen Farbe und damit auch von der Umgebungstemperatur abhängt, mit der Folge, daß sich die Einstellwerte während eines Produktionstages ändern. Die erwähnten Probleme führen jedenfalls dazu, daß das Einstellen der erforderlichen Durchflußmengen nicht nur mühsam und zeitraubend ist, sondern zwangsläufig Abweichungen von 20 Prozent und weit darüber in Kauf genommen werden müssen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, mit deren Hilfe es gelingt, eine selbsttätige Einstellung der Durchflußmenge in kürzester Zeit und mit hoher Genauigkeit vorzunehmen. Die verfahrensmäßige Lösung dieser Aufgabe ist im Patentanspruch 1, die vorrichtungsmäßige Lösung im Patentanspruch 3 gekennzeichnet.

Erfindungsgemäß wird also zunächst eine Steuerung und dann eine Regelung vorgenommen. Die Steuerung dient dazu, das Durchflußventil möglichst schnell auf den ungefähren Soll-Wert einzustellen, und zwar unabhängig davon, ob ein Farbfluß vorhanden ist oder nicht. Diese ungefähre Einstellung des Soll-Werts kann also bereits vor Freigabe des Farbflusses durchgeführt werden. Anschließend an dieses ungefähre Ansteuern des Soll-Werts

- 3 -

erfolgt dann - bei Farbfluß - eine Einregelung auf den exakten Soll-Wert im geschlossenen Regelkreis. Damit wird es möglich, selbst dann, wenn die einzelnen Spritzvorgänge sehr kurz sind, beispielsweise zwischen 0,5 und 1 Sekunde liegen, exakte Durchflußmengen zu erhalten. Darüberhinaus wird die Erfindung auch besonderen Fällen, wie etwa Farbwechsel, Farbunterbrechung u.dgl., in besonderem Maße gerecht, wie sich aus der nachfolgenden Beschreibung noch im einzelnen ergeben wird.

Auf der Zeichnung ist eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung beispielsweise dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 eine Blockschaltskizze der Gesamtvorrichtung, und

Fig.2 ein Diagramm zur Erläuterung des Steuer- und Regelvorgangs.

- 6 -

- 4 -

In Figur 1 ist mit 10 eine Farbspritzpistole bezeichnet, die von einer Farbzuführleitung 11 gespeist wird. Die Leitung 11 ihrerseits wird von einer Farbwechseleinheit 12 mit Farbe versorgt, die eine Reihe von Farbanschlüssen 12_1 bis 12_{10} für verschiedene Farben, eine in ihr integrierte Spülgruppe 12 a mit Anschlüssen $12a_1$, $12a_2$ und $12a_3$ für Spülluft, Lösemittel und Schiebeluft und schließlich ein mit der Leitung 11 verbundenes Auslaßventil 12b aufweist. In der Leitung 11 befinden sich - in Richtung von der Farbwechseleinheit 12 zur Pistole 10 - ein Durchflußmeßgeber 13, ein Durchfluß-Steuerventil 14 und ein Freigabeventil 15. Der Durchflußmeßgeber 13 gibt seine Meßsignale über eine Leitung 13a an einen Mikrocomputer 16 weiter. Das Durchfluß-Steuerventil 14 wird über ein Getriebe 17 von einem Schrittschaltmotor 18 betätigt, der über eine Ansteuerung 19 an einer Spannungsversorgung 20 liegt, die auch zur Energieversorgung des Mikroprozessors 16 dient. Das Getriebe 17 ist über eine Meldeleitung 17a und die Ansteuerung 19 über eine Steuerleitung 19a mit dem Mikroprozessor 16 verbunden. Das Freigabeventil 16, vorzugsweise ein Magnetventil, kann manuell, etwa über einen Reed-Kontakt des Pistolenabzugs, über * über die Verbindungsleitung 15a vom Mikrocomputer 16 aus betätigt werden. Mit 21 ist eine übliche Rückführleitung mit Ventil 21a bezeichnet.

Der Mikrocomputer 16 ist ferner mit einer Eingabe-Anzeige-Einrichtung 22 verbunden, und zwar über eine Sollwertleitung 22_1 , eine Farbwechselleitung 22_2 und eine Freigabeleitung 22_3 . Schließlich ist der Mikroprozessor 16 über eine Leitung 12c mit der Farbwechseleinheit 12 verbunden.

Mit 23 ist eine übergeordnete Steuerung bezeichnet, beispielsweise ein Großrechner, an welche der Mikrocomputer 16 über die Leitung 23a angeschlossen ist.

* ein übergeordnetes Steuersystem, oder

- 7 -

Für den Betrieb der Anlage gibt die Bedienungsperson über die Eingabe-Anzeige-Einrichtung 22 die gewünschte Farbart und einen Soll-Wert für den Durchfluß in den Mikrocomputer 16 ein, mit der Folge, daß dieser die Farbwechseleinheit 12 entsprechend einstellt und über die Ansteuereinheit 19 und/oder das Getriebe 17 das Durchflußventil 14 auf diesen Soll-Wert einsteuert. Öffnet nun die Bedienungsperson das Freigabeventil 15, etwa durch Betätigen des Pistolenabzugs oder durch Druck auf eine entsprechende Taste der Eingabe-Anzeige-Einheit 22, dann ergibt sich in der Leitung 11 eine Farbströmung, wobei der Durchflußmeßgeber 13 dem Mikrocomputer 16 die Ist-Werte des Durchflusses in der Leitung 11 übermittelt. Aufgrund dieser Ist-Werte regelt der Mikrocomputer 16 das Durchflußventil 14 auf den exakten Soll-Wert ein und sorgt dafür, daß dieser Soll-Wert exakt beibehalten wird. Wesentlich dabei ist, daß zunächst eine schnelle Steuerung des Durchflußventils 14 auf den - ungefähren - Soll-Wert erfolgt, wobei dies sowohl bei offenem als auch bei geschlossenem Freigabeventil 15 erfolgen kann, und daß dann auf der Grundlage der Messung der tatsächlichen Durchflußwerte, also der Ist-Werte, ein Regelvorgang zur Erzielung und Erhaltung des exakten Soll-Werts durchgeführt wird.

Vor der ersten Inbetriebnahme, beispielsweise am Morgen vor Produktionsbeginn, wird eine Durchflußmengen-Tabelle erstellt. Das bedeutet, daß man für jede Farbe für verschiedene Durchflußwerte die Positionen des Schrittmotors 18 bzw. des Getriebes 17, welche bestimmten Öffnungsweiten des Durchfluß-Steuerventils 14 entsprechen, festlegt.*Liegt eine lineare Abhängigkeit vor, dann genügen für jede Farbe zwei Daten, ist die Abhängigkeit nicht linear, dann sind mehrere Tabellenwerte zu erstellen, wobei deren Anzahl von der geforderten Anfangsgenauigkeit abhängt. In der Praxis hat sich gezeigt, daß zufriedenstellende Ergebnisse dann erreicht werden, wenn der Tabellenfehler unter zehn Prozent liegt, die Abweichung des Tabellen-Soll-Wertes vom tatsächlichen Soll-Wert

* Das Erstellen der Tabelle kann aber auch selbsttätig durch den Mikroprozessor erfolgen, wozu jedoch ein Farbfluß (Test-Sprühen) erforderlich ist.

- 6 -

also zehn Prozent nicht überschreitet. Die erstellten Tabellenwerte werden dann im Mikrocomputer 16 abgespeichert. Wird nun die Produktion begonnen, dann gibt die Bedienungsperson * - wie erwähnt - in den Mikrocomputer den gewünschten Durchflußmengen-Soll-Wert**ein. Der Mikrocomputer betätigt dann auf der Grundlage der abgespeicherten Tabelle den Schrittmotor 18 und/oder das Getriebe 17 und stellt damit das Durchfluß-Steuerventil 14 auf einen Apriori-Wert ein, der einer Durchflußmenge nahe dem Durchflußmengen-Soll-Wert, beispielsweise mit einer Abweichung von maximal $\pm 10\%$, entspricht. Wird durch Öffnen des Freigabeventils 15 die Strömung in der Leitung 11 in Gang gesetzt, dann übermittelt der Durchflußmengengeber 13 dem Mikrocomputer 16 fortlaufend die tatsächlichen Ist-Werte der Durchflußmenge und der Mikrocomputer 16 regelt auf der Grundlage eines Vergleichs zwischen Ist-Wert und Soll-Wert das Ventil 14 nach, bis Ist-Wert und Soll-Wert übereinstimmen, was in der Praxis als gegeben angesehen werden kann, wenn die Abweichung unter drei Prozent liegt. Wird ein neuer Soll-Wert eingegeben, dann errechnet der Mikrocomputer 16 auf der Grundlage der abgespeicherten Tabelle die neue Position des Schrittmotors und stellt das Ventil 14 auf den neuen Apriori-Wert ein, wozu Zeiten bis maximal etwa 1 Sekunde erforderlich sind. Anschließend erfolgt dann wiederum der erwähnte Regelvorgang bis zur Erreichung der Übereinstimmung zwischen Soll-Wert und Ist-Wert. Wie erwähnt kann dabei die Einstellung des Apriori-Wertes sowohl im Ruhezustand (keine Farbströmung) als auch im Betriebszustand (Farbströmung) erfolgen; der Regelvorgang dagegen erfordert verständlicherweise das Vorliegen einer Farbströmung.

Bezüglich der abgespeicherten Tabelle ist zu berücksichtigen, daß bei gegebener Öffnungsweite des Ventils 14 die Durchlaßmenge von der Viskosität der hindurchströmenden Farbe abhängig ist, wobei die Viskosität ihrerseits eine Funktion

* oder das übergeordnete Steuerungssystem
** und die gewünschte Farbe

- 7 -

der Temperatur ist. Temperaturänderungen während des Tages führen also dazu, daß die beispielsweise am Morgen abgespeicherte Tabelle ungenauer wird. Aus diesem Grund ist es zweckmäßig, den Mikrocomputer mit einem Tabellen-Korrekturprogramm zu versehen, das in Abhängigkeit von einem Temperaturregler oder von den während des Betriebs vom Durchflußgeber 13 gemessenen Abweichungen der Apriori-Werte von den Ist-Werten selbsttätig eine Korrektur der Tabelle vornimmt.

Beim Farbwechsel wird das Durchfluß-Steuerventil 14 ganz geöffnet, um so die Farbwechselzeit möglichst kurz zu halten. Während des Farbwechsels erfolgt nämlich eine Spülung der Leitung mit Lösungsmittel und Spülluft. Dabei wäre es nicht sinnvoll, Durchflußmessungen und/oder Regelungen vorzunehmen, weil lediglich von Bedeutung ist, daß der Spülvorgang schnell durchgeführt werden kann. Nach dem Spülgang wird das Ventil 14 auf den neu angewählten Soll-Wert eingestellt bzw. kehrt zu dem Soll-Wert vor Farbwechsel zurück.

Figur 2 zeigt ein typisches Beispiel für den Steuerungs- und Regelvorgang nach der Erfindung. Dabei ist auf der Ordinate die Durchflußmenge, auf der Abszisse der Zeitablauf angegeben. Der Vorgang beginnt also mit einem Farbwechsel (voller Durchlaß für das Spülmittel) und endet mit einem Farbwechsel, wobei zwischen diesen beiden Farbwechseln drei verschiedene Soll-Werte 1, 2 und 3 vorgesehen sind. Bei jeder Soll-Wert-Änderung wird zunächst das Ventil 14 auf den Apriori-Wert (Tabellenwert) eingestellt, worauf dann die Regelung auf der Grundlage der gemessenen Ist-Werte erfolgt. Im gezeichneten Beispiel ist dabei angenommen worden, daß die Apriori-Einstellung auf den ersten Soll-Wert ohne Farbfluß (Freigabeventil 15 geschlossen), bei den beiden anderen Soll-Werten dagegen bei strömender Farbe (Freigabeventil 15 geöffnet) erfolgt. Der

- 8 -

Vorgang entspricht in der Praxis dem Spritzen einer Automobilkarosserie, die am Fließband an der Spritzstation vorbeigeführt wird und drei Zonen unterschiedlicher Farbauftragsstärke aufweist.

Sowohl die Vorrichtung als auch das Verfahren können Abwandlungen erfahren, ohne den Bereich der Erfindung zu verlassen. Eine sehr kostengünstige Ventilkonfiguration mit Antrieb besteht beispielsweise aus einem Nadelventil und einem Schrittmotor. Das Nadelventil besitzt einen Spindelantrieb. Diese Spindel ist direkt über eine Kupplung mit der Antriebswelle des Schrittmotors verbindbar. Es entfällt damit das Getriebe und man erhält außerdem eine sehr hohe Auflösung von beispielsweise 1 : 5000. Im Falle einer Störung im Steuerungssystem oder in der elektrischen Versorgung besitzt dann diese Ventilanordnung aus spindelgetriebenem Nadelventil und Schrittmotor gute Notlaufeigenschaften, da zum einen der Schrittmotor und damit das Ventil in seiner Position verharren und zum anderen mit der Hand über ein Handrad, welches auf der Schrittmotorachse befestigt ist, mechanisch eingestellt werden kann. Die möglichen Modifikationen des Verfahrens betreffen insbesondere den Anschluß des Mikrocomputers an eine übergeordnete Anlage, etwa einen Großrechner. Damit wird es beispielsweise möglich, einen Datenaustausch zwischen der Werkstück-Fördereinrichtung und der Spritzanlage herbeizuführen, derart, daß alle Gegebenheiten der Werkstückszuführung auf die Spritzanlage übertragen werden und diese damit vollautomatisch arbeitet.

Die Erfindung ist bei Farbspritzgeräten aller Art anwendbar, also sowohl bei Rotationszerstäubern als auch bei Hochdruckzerstäubern als auch bei Druckluftzerstäubern, wobei im letzteren Fall auch eine entsprechende Druckströmungssteuerung der Druckluft denkbar ist.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Einstellen der Farb-Durchflußmenge eines motorgetriebenen Durchfluß-Steuerventils einer Farbspritzpistole, insbesondere einer automatischen Farbspritzpistole mit häufigem Durchflußmengen-und Farbwechsel, vorzugsweise für das Fließband-Spritzen von Automobilkarosserien, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst eine Folge von Zuordnungen zwischen Durchflußmengenwerten und elektrischen Ventilmotor-Betätigungssignalen erstellt und als Näherungstabelle in einen Mikrocomputer eingegeben wird, daß dann durch Anwählen des gewünschten Durchflußmengenwertes der Mikrocomputer veranlaßt wird, das tabellarisch zugehörige Betätigungssignal als Steuersignal dem Ventilmotor zuzuführen und so das Durchfluß-Steuerventil auf diesen Soll-Wert annäherungsweise einzustellen, und daß anschließend während des Farbdurchflusses durch das Durchfluß-Steuerventil die Durchflußmenge fortlaufend gemessen und die Meßwerte als Ist-Werte dem Mikrocomputer zugeführt werden, der dann auf der Grundlage eines Vergleichs zwischen dem Soll-Wert und den Ist-Werten dem Ventilmotor Regelsignale zuführt und so das Durchfluß-Steuerventil fortlaufend auf den Soll-Wert nachregelt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abweichungen der Ist-Werte vom Soll-Wert während der Ansteuerungsphase auf etwa zehn Prozent, während der Regelphase auf etwa drei Prozent begrenzt werden.

3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, mit einer Farbspritzpistole, einer die Farbspritzpistole mit der Farbwechseleinheit verbindenden Farbzuführleitung einem in die Farbzuführleitung eingesetzten Freigabeventil und einem in die Farbzuführleitung eingesetzten, durch einen Motor betätigten Durchfluß-Steuerventil, gekennzeichnet durch einen ebenfalls in die Farbzuführleitung (11)

- 2 -

eingesetzten Durchfluß-Meßgeber (13) und durch einen Mikrocomputer (16), wobei der Mikrocomputer (16) über Signalleitungen mit dem Motor (18) für das Durchfluß-Steuerventil (14), dem Durchfluß-Meßgeber (13), dem Farbwechsler (12) und einer Eingabe-Anzeige-Einrichtung (22) verbunden ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Motor (18) für das Durchfluß-Steuerventil (14) eine Ansteuereinheit (19) und ein Getriebe (17) aufweist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Motor (18) für das Durchfluß-Steuerventil (14) ein Schrittschaltmotor und der Durchfluß-Meßgeber (13) ein Zahnradmeßgeber ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Mikrocomputer (16) an einen externen Datengeber (23) angeschlossen ist.

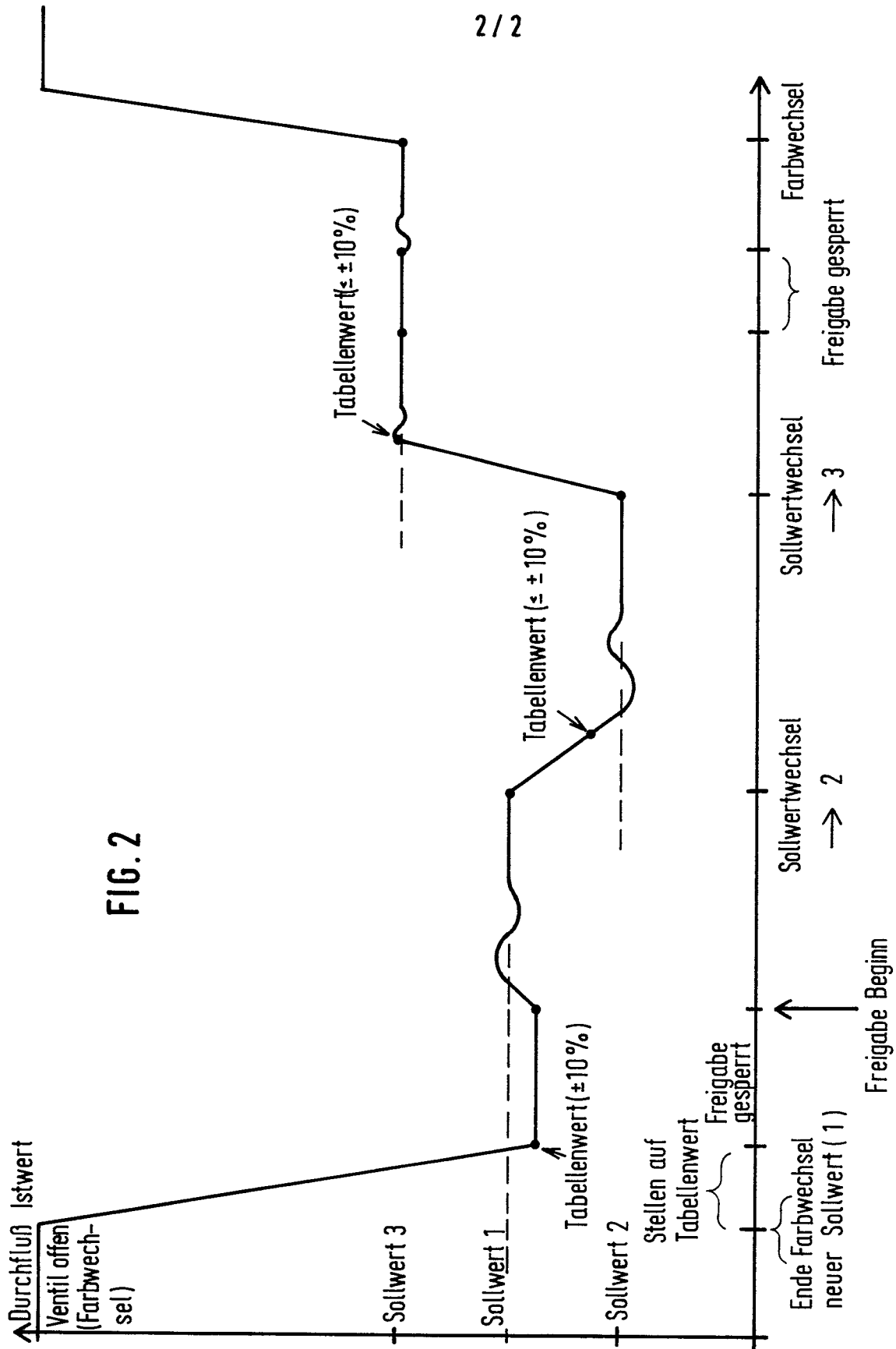
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei betriebsbedingter Unterbrechung das Ventil (14) in seiner Stellung verharrt und/oder beim Wiedereinschalten besonderen Einschalttroutinen, die den Staudruck und den Fließdruck berücksichtigen, unterworfen ist.

- 3 -



FIG. 1

FIG. 2



0166092



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			EP 85104010.5
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
A	DE - B - 2 819 302 (RANSBURG) * Patentansprüche * --	1,3	B 05 B 12/00
A	US - A - 3 674 205 (KOCK) * Gesamt; insbesondere Zusammenfassung * --	1,3	
A	FR - A - 88 333 (LIGNES TELEGRAPHIQUES) ----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4) B 05 B G 05 D
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 09-09-1985	Prüfer SCHÜTZ
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche 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			