

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 698 481 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**03.02.1999 Patentblatt 1999/05**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **B30B 11/00**

(21) Anmeldenummer: **94250211.3**

(22) Anmeldetag: **24.08.1994**

**(54) Fuzzysteuerverfahren zur Qualitätssicherung bei der Tablettenherstellung**

Fuzzy control for quality assurance in the manufacture of tablets

Procédé de commande floue pour assurer la qualité dans la fabrication de comprimés

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**BE DE ES FR GB IT**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**28.02.1996 Patentblatt 1996/09**

(73) Patentinhaber:  
**KORSCH PRESSEN GmbH**  
**D-13509 Berlin (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Linke, Wolfgang, Dr.**  
**D-13467 Berlin (DE)**  
• **Hegel, Walter**  
**D-13437 Berlin (DE)**

(74) Vertreter:  
**Hengelhaupt, Jürgen, Dipl.-Ing. et al**  
**Patentanwälte**  
**Gulde Hengelhaupt Ziebig,**  
**Lützowplatz 11-13**  
**10785 Berlin (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**FR-A- 2 252 917**                      **FR-A- 2 607 441**  
• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 10, no. 299**  
**(M-524) (2355) 11. Oktober 1986 & JP-A-61 111**  
**799 (HATA TEKKOSHO) 29. Mai 1986**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**EP 0 698 481 B1**

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Qualitätssicherung bei der Tablettenherstellung durch Pressen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Ein wichtiger Qualitätsparameter für die Tablettenherstellung ist die Einhaltung des vorgegebenen Tablettengewichts, welches bei hinreichender Mischgüte die Einhaltung der Grenzen für den Gehalt an Wirkstoffen gewährleistet. Die Grundlage für jede automatische Steuerung einer Tablettiermaschine ist der Zusammenhang zwischen gemessener maximaler Preßkraft einer Tablette und der Masse des in die Matrize gefüllten Gutes (Tablettengewicht). Es besteht dabei ein direkter Zusammenhang zwischen dem Tablettengewicht und der für die Fertigung der kontrollierten Tablette notwendigen Preßkraft. Dieser Zusammenhang wird zum Einsatz von automatischen Überwachungs- und Steuergeräten an Rundlaufpressen ausgenutzt. In Abhängigkeit vom zu verpressenden Material ist jedem Tablettengewicht bei einer durch die Preßwerkzeuge vorgegebenen Tablettenform und einer eingestellten Tablettenhöhe eine bestimmte Preßkraft zugeordnet. Schwankt nun bei konstanter Tablettenhöhe die Füllmenge und damit das Tablettengewicht, resultiert daraus in direkter Abhängigkeit eine Preßkraftänderung.

[0003] Es ist bereits bekannt, mittels einer rechnergeführten, vollelektronisch arbeitenden PID-Regelung (Proportional-Integral-Differential-Regelung) über den Mittelwert der Preßkräfte, der aus aufeinanderfolgenden Einzelpressungen ermittelt wird, das eingestellte Tablettengewicht zu überwachen (Korsch, Wolfgang: "Pharmakontroll -die neue rechnergeführte Preßkraftüberwachungseinrichtung für die vollautomatische Tablettengewichtsregulierung an Rundlaufpressen" in Zeitschrift: "Swiss Pharma" 2 (1980) Nr.4, Seiten 28 bis 33). Während der automatischen Tablettenproduktion vergleicht die PID-Regelung kontinuierlich die gemessene Preßkraft mit der gewünschten Preßkraft. Ergibt sich eine Abweichung zwischen diesen beiden Werten, dann ermittelt der Rechner selbsttätig die Differenz und betätigt die Dosiereinrichtung, damit die gewünschte Preßkraft, und somit das vorgeschriebene Tablettengewicht, erreicht wird. Zusätzlich werden diskontinuierlich die Parameter Gewicht, Höhe und Härte der Tablette gemessen, wobei Abweichungen von den Sollwerten zur Vorgabe eines neuen Preßkraftsollwertes führen. Bei Höhen- oder Härteabweichungen wird der neue Preßkraftsollwert durch eine Steghöhenverstellung eingeregelt.

[0004] In der EP-0.261.358 B1 ist ein Verfahren zur Qualitätssicherung bei der Herstellung von Tabletten beschrieben. Danach werden während der Herstellung der Tabletten Proben gezogen, die aus einer Vielzahl von Tabletten bestehen, deren gemeinsamer Gewichts-IST-Wert mit dem Gewichts-SOLL-Wert verglichen wird,

und bei dem die Tablettiermaschine entsprechend der Abweichung zwischen IST-Wert und SOLL-Wert nachgeregelt wird, um das Tablettengewicht auf den SOLL-Wert zu bringen. Vor einer Nachregelung der Tablettiermaschine werden die Gewichte der einzelnen Tabletten der Probe gemessen und verglichen. Bei Ermittlung einer oder mehrerer im Gewicht vom SOLL-Wert wesentlich abweichender Tabletten der Probe wird die Statistik durch Korrekturrechnung berichtigt und der berichtigte Wert wird zur Nachregelung benutzt.

[0005] Nachteilig ist es bei den bekannten Verfahren, daß aufgrund der großen gegenseitigen Abhängigkeiten und des sehr komplexen Systems die Parameter Gewicht, Höhe und Härte der Tabletten nacheinander eingeregelt werden. Eine Dosierungsänderung bewirkt nicht nur eine Gewichtsänderung, sondern hat Auswirkungen auf die Härte und die Dichte der Tabletten. Aufgrund der systembedingten in großen Zeitintervallen nacheinander ablaufenden Einzelregelungen entsteht eine große Trägheit bei der Ausregelung von Abweichungen. Die SOLL- und Grenzwerte für die Parameter müssen vom Systembenutzer fest vorgegeben werden, was gegebenenfalls zum fehlerbehafteten Aussortieren oder Akzeptieren von Tabletten führen kann, wenn diese Werte nicht optimal den Bedingungen entsprechen.

[0006] Der Erfindung liegt von daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Qualitätssicherung bei der Tablettenherstellung durch Pressen zu entwickeln, nach dem alle erforderlichen Regelungsmechanismen zur Konstanzhaltung des Tablettengewichts, der Tablettenhöhe und -härte so ablaufen, daß eine schnelle Ausregelung von Abweichungen gewährleistet wird und nach dem die Grenzwerte auch automatisch optimiert werden können.

[0007] Die Lösung dieser Aufgabe ergibt sich aus den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1.

[0008] Durch die Möglichkeit der gleitenden Mittelwertbildung für die Preßkraft, das Gewicht, die Höhe und die Härte der Tabletten wird erreicht, daß Schwankungen durch unterschiedliche Füllverhältnisse an den Matrizen der Presse nicht erst nach der Ermittlung des Mittelwertes aus einer größeren Stichprobe erfaßt werden und erst zu diesem Zeitpunkt eine Regelung erfolgt, sondern daß Tendenzen eines sich in gleicher Richtung verändernden Wertes rechtzeitig oder frühzeitiger als bisher erfaßt werden können.

[0009] Die Herstellung einer Korrelation zwischen Preßkraft und Gewicht für jede Preßstation erlaubt es, jeder einzelnen Stempelstation ihre maximale und minimale Preßkraftgrenze zuzuordnen. Damit wird sichergestellt, daß Stempelvariationen nicht zu Fehlentscheidungen bei der Tabletten-sortierung führen.

[0010] Durch den Einsatz eines FUZZY-Reglers wird eine gute Übersichtlichkeit des Regelungsprozesses erreicht. Das sehr komplexe System kann vollständig beschrieben und dadurch beherrschbar gemacht werden. Es ist leicht modifizierbar und übersichtlich. Das

Systemverhalten wird optimal an alle Randbedingungen angepaßt. Die Regelungseigenschaften von Tablettenpressen werden wesentlich verbessert, es gibt u.a. kein Überspringen des Reglers, und eine Regelungsabweichung gegen Null wird schon nach wenigen Tischumdrehungen erreicht. Inkonsistenz des Preßmaterials, Temperaturschwankungen, stochastische Schwankungen aller Einflußgrößen werden mühelos durch die adaptiven Eigenschaften des FUZZY-Reglers ausgeregelt.

[0011] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0012] Die Erfindung ist nachfolgend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispieles des Verfahrens zur Qualitätssicherung bei der Tablettenherstellung durch eine moderne Hochleistungs-Rundlaufpresse näher erläutert. In der zugehörigen Zeichnung zeigt die einzige Figur ein Reglermodell zur gleichzeitigen Regelung der Tablettenparameter Gewicht, Höhe und Härte.

[0013] Das Regelungssystem ist in Regelungskreise R1 bis R5 aufgeteilt, welche so miteinander verbunden sind, daß sie ineinandergeschachtelt parallel ablaufen. Der erste Regelungskreis R1 bewirkt eine Konstanzhaltung der IST-Preßkraft  $PK_{IST}$  auf den Wert der SOLL-Preßkraft  $PK_{SOLL}$  durch eine Dosierungsänderung  $\Delta D$ . Die IST-Preßkraft  $PK_{IST}$  ist der starre oder gleitende Mittelwert aus mehreren Einzelpreßkräften an den Stempelstationen der Presse. Die erste Eingangsgröße am ersten Regelungskreis R1 ist der Wert der Preßkraftabweichung  $\Delta PK$  zwischen der SOLL-Preßkraft  $PK_{SOLL}$  und der IST-Preßkraft  $PK_{IST}$ . Der Regelungskreis R1 wird mit einer zweiten Eingangsgröße beaufschlagt, die durch die Empfindlichkeit Preßkraft-Dosierung  $dPK/dD$  gebildet wird. Die Empfindlichkeit  $dPK/dD$  bestimmt die Genauigkeit der Preßkraftregelung in Abhängigkeit von der Dosierungsänderung  $\Delta D$  und wird während des Betriebes der Presse der Regelung angepaßt, d.h. die Empfindlichkeit  $dPK/dD$  ist adaptiv.

[0014] Parallel dazu werden kontinuierlich das Gewicht G, die Höhe T und die Härte H der Tabletten gemessen und je ein gleitender Mittelwert berechnet. Entsprechend der gemessenen Gewichtsabweichung  $\Delta G$  wird im zweiten Regelungskreis R2 ein neuer Wert für die SOLL-Preßkraft  $PK_{SOLL}$  errechnet, der im ersten Regelungskreis R1 wiederum eine Dosierungsänderung  $\Delta D$  erzeugt, wodurch die Gewichtsabweichung  $\Delta G$  ausgeglichen wird. Die Veränderung der SOLL-Preßkraft  $PK_{SOLL}$  wird durch den Wert  $\Delta PK_{SOLL}$  bestimmt. Auch im zweiten Regelungskreis R2 wird als zweite Eingangsgröße eine Empfindlichkeit-Gewicht  $dG/dPK$  angelegt, welche die Genauigkeit der Gewichtsregelung in Abhängigkeit von der Preßkraftänderung  $\Delta PK_{SOLL}$  bestimmt. Auch diese Empfindlichkeit  $dG/dPK$  ist adaptiv und wird während des Tablettenherstellungsprozesses der Regelung angepaßt.

[0015] Bei Höhen- und Härteabweichungen der

Tabletten werden in den Regelungskreisen R3, R4 jeweils neue Werte für die SOLL-Preßkraft-Steghöhe  $PK_{SOLLST}$  berechnet. An den dritten Regelungskreis R3 sind dazu als Eingangsgrößen die Werte für die Höhenabweichung  $\Delta T$  und für die Empfindlichkeit-Höhe  $dT/dh$  angelegt, an den Eingang des vierten Regelungskreises R4 sind die Werte für die Härteabweichung  $\Delta H$  und die Empfindlichkeit-Härte  $dH/dh$  angelegt. Die Empfindlichkeiten  $dT/dh$  und  $dH/dh$  sind wiederum adaptiv.

[0016] In dem fünften Regelungskreis R5 wird eine Abweichung zwischen der SOLL-Preßkraft-Steghöhe  $PK_{SOLLST}$  und der IST-Preßkraft  $PK_{IST}$  ist durch eine Steghöhenverstellung um den Wert  $\Delta ST$  ausgeregelt. Die zweite Eingangsgröße am fünften Regelungskreis R5 ist die Empfindlichkeit-Preßkraft-Steghöhe  $dPK/dh$  mit adaptiven Eigenschaften.

[0017] Die Regelungskreise R1 und R5 arbeiten alternativ.

[0018] Alle Regelungskreise R1 bis R5 arbeiten jeweils kontinuierlich. Durch eine vorzugsweise gleitende Mittelwertbildung der einzelnen Regelungsgrößen stehen ständig aktuelle Werte zur Verfügung. Die Regelungskreise R1 bis R5 können auch jeweils in mehrere Teilkreise unterteilt werden, die z.B. je nach Regelabweichung unterschiedliche Charakteristiken aufweisen.

[0019] Die Grenzwerte für die Preßkraft PK, bei deren Erreichen die Presse gestoppt und/oder Tabletten aussortiert werden, werden adaptiv bestimmt, indem aus den im laufenden Betrieb gemessenen Daten der Zusammenhang zwischen der Preßkraft PK und dem Gewicht G, der Höhe T und der Härte H ermittelt wird. Diese Ermittlung kann auch stempelbezogen erfolgen. Bei vorgegebenen Grenzen für das Gewicht G, die Höhe T und die Härte H lassen sich aus diesem Zusammenhang die zugehörigen Preßkraftgrenzen ermitteln.

[0020] Die Beschreibung des Regelungssystems erfolgt aufgrund der großen Komplexität vorzugsweise durch Methoden der FUZZY-Set-Theorie. Die technischen Größen des Reglermodells werden dazu fuzzyfiziert, indem sie in linguistische Variable umgesetzt werden, z.B. Gewichtsabweichung, Empfindlichkeit-Gewicht, Höhenabweichung usw. Diesen linguistischen Variablen werden Terme zugeordnet, wie z.B. "niedrig, mittel, hoch", wobei diese Terme jeweils unscharfe Mengen darstellen. Die Terme erhalten Zugehörigkeitsfunktionen, mit deren Hilfe es möglich ist, für jeden Wert der linguistischen Variablen den Grad der Zugehörigkeit zu den einzelnen Termen zu bestimmen. Z.B. erfüllt eine Gewichtsabweichung von 5mg die Bedingung "mittlere Abweichung" zum Grade 0,2, die Bedingung "hohe Abweichung" zum Grade 0,7.

[0021] Die Verknüpfung der Variablen erfolgt mittels FUZZY-Operatoren, wie z.B. "Minimum Operator, Maximum Operator, Gamma Operator" oder ähnliche.

[0022] Die Verarbeitung der unscharfen Informationen erfolgt mittels Produktionsregeln, die durch Methoden der FUZZY-Inferenz abgearbeitet werden, z.B. MAX-

MIN/MAX-PROD-Inferenz oder FAM/Inferenz und andere. Nach Ausführung aller Inferenzvorgänge werden die Ausgangsvariablen, welche jetzt als "FUZZY-Werte" vorliegen defuzzifiziert, d.h. in die "scharfen" Stellgrößen "Dosierungsänderung" und "Steghöhenänderung" umgewandelt. Als Defuzzifikationsmethode wird vorzugsweise das Flächenschwerpunktverfahren angewandt, aber auch andere Methoden wie Maximumsmittelwertverfahren, Maximumsschwerpunktverfahren und andere sind möglich.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Qualitätssicherung bei der Tablettenherstellung durch Pressen über die Einflußnahme auf die Preßkraft, auf das Gewicht, auf die Härte und die Höhe der Tabletten mittels Regler, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Regelungssystem in mehrere sich beeinflussende, im wesentlichen parallel ablaufende Regelungskreise (R1 bis R5) zur gleichzeitigen Regelung der Preßkraft (PK) und der Tablettenparameter Gewicht (G), Höhe (T) und Härte (H) aufgeteilt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in einem ersten Regelungskreis (R1) die IST-Preßkraft ( $PK_{IST}$ ) durch Dosierungsänderung ( $\Delta D$ ) auf den Wert der Soll-Preßkraft ( $PK_{SOLL}$ ) konstant gehalten wird und daß in einem dazu parallel ablaufenden zweiten Regelungskreis (R2) das Tablettengewicht (G) gemessen und entsprechend der Gewichtsabweichung ( $\Delta G$ ) ein neuer Wert für die Soll-Preßkraft ( $PK_{SOLL}$ ) berechnet wird, und daß im ersten Regelungskreis (R1) eine Dosierungsänderung ( $\Delta D$ ) erzeugt und die Gewichtsabweichung ( $\Delta G$ ) ausgeglichen wird, daß in einem dritten Regelungskreis (R3) die Höhenabweichung ( $\Delta T$ ) und in einem vierten Regelungskreis (R4) die Härteabweichung ( $\Delta H$ ) gemessen werden, und daß bei vorhandenen Abweichungen ( $\Delta T$ ,  $\Delta H$ ) jeweils neue Werte für die Soll-Preßkraft-Steghöhe ( $PK_{SOLLST}$ ) berechnet werden, und daß in einem fünften Regelungskreis (R5) eine Abweichung zwischen dem Wert der Soll-Preßkraft-Steghöhe ( $PK_{SOLLST}$ ) und dem Wert der IST-Preßkraft ( $PK_{IST}$ ) durch eine Steghöhenverstellung ( $\Delta ST$ ) ausgeregelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die IST-Preßkraft ( $PK_{IST}$ ) aus dem starren oder gleitenden Mittelwert mehrerer Einzelpreßkräfte gebildet wird.
4. Verfahren nach den Ansprüchen 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß parallel zur Preßkraftmessung kontinuierlich das Gewicht (G), die Höhe (T) und die Härte (H) der Tabletten gemessen und zu je einem gleitenden Mittelwert berechnet werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwerte der Höhe (T), der Härte (H) und des Gewichts (G) der Tabletten den einzelnen Stempelstationen zugeordnet werden.
6. Verfahren nach den Ansprüchen 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Regelungskreis (R1) und der fünfte Regelungskreis (R5) alternativ arbeiten.
7. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß an die Eingänge der Regelungskreise (R1 bis R5) neben den jeweiligen Regelabweichungen ( $\Delta PK$ ,  $\Delta G$ ,  $\Delta T$ ,  $\Delta H$ ,  $PK_{SOLLST}$ ) jeweils auch die Empfindlichkeiten ( $dG/dPK$ ,  $dT/dh$ ,  $dH/dh$ ,  $dPK/dh$ ,  $dPK/dD$ ) der Regelung angelegt werden.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Empfindlichkeiten ( $dG/dPK$ ,  $dT/dh$ ,  $dH/dh$ ,  $dPK/dh$ ,  $dPK/dD$ ) während des Betriebes den Regelungen angepaßt werden.
9. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelungskreise (R1 bis R5) jeweils in mehrere Teilregelungsblöcke unterteilt werden.
10. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzwerte für die Preßkraft (PK) adaptiv an die im laufenden Betrieb gemessenen Werte und die vorgegebenen Grenzwerte für das Gewicht (G), die Höhe (T) und die Härte (H) der Tabletten bestimmt werden.
11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für die Beschreibung, den Entwurf, die Realisierung und die Optimierung der Regelungskreise (R1 bis R5) Methoden der FUZZY-Logik angewendet werden.

### Claims

1. Process for quality control for tablet production using a control system influencing the pressing force, the weight of the resulting tablet, the hardness of the resulting tablet and the height of the resulting tablet, comprising the steps of:  
  
dividing the control system into several influencing control circuits (R1 to R5), each control circuit running in parallel for simultaneously controlling the pressing force (PF) and the tablet parameters of weight (W), height (T) and hardness (H).
2. Process according to claim 1,

further compromising the steps of:

maintaining the actual pressing force ( $PF_{actual}$ ) constant in a first control circuit (R1) by influences of change in dosage ( $\Delta D$ ) on the value of the set pressing force ( $PF_{set}$ );  
measuring the tablet weight (W) and calculating a new value for the set pressing force ( $PF_{set}$ ) based on a deviation ( $\Delta W$ ) between the measured weight and the set weight, in the second control circuit (R2);  
generating a dosage change ( $\Delta D$ ) value in the first control circuit (R1) and equilibrating a weight deviation ( $\Delta W$ ) in the first control circuit (R1);  
measuring a height deviation ( $\Delta T$ ) in a third control circuit (R3) and measuring a hardness deviation ( $\Delta H$ ) in a fourth control circuit (R4) and calculating a new value of set pressing force-path height ( $PF_{set-PH}$ ) based on deviations in the height and hardness ( $\Delta T$ ,  $\Delta H$ );  
and controlling a deviation between the value of the set pressing force-path height ( $PF_{set-PH}$ ) and value of the actual pressing force ( $PF_{actual}$ ) in a fifth control circuit (R5) to adjust a path-height ( $\Delta PH$ ).

3. Process according to claim 2, further comprising forming an actual pressing force ( $PF_{actual}$ ) from a rigid or floating means value of several individual pressing forces.
4. Process according to claims 2 and 3, further comprising measuring the weight (W), height (T) and hardness (H) of tablets formed in parallel and continuously with a measurement of the pressing force and forming a floating means value for each of the weight, height and hardness.
5. Process according to claim 4, further comprising assigning measured values of height (T), hardness (H) and weight (W) to individual stamping stations.
6. Process according to claims 2 to 5, wherein the first control circuit (R1) and fifth control circuit (R5) operate alternatively.
7. Process according to claims 1 to 6, further comprising in addition to applying control deviations ( $\Delta PF$ ,  $\Delta W$ ,  $\Delta T$ ,  $\Delta H$ ,  $PF_{set-PH}$ ) as inputs to control circuits (R1 to R5), sensitivities including change of weight with respect to the change of pressing force ( $dW/dPF$ ), change in height with the respect to the change in path height ( $dT/dH$ ), change in hardness with respect to the change in path height ( $dH/dh$ ), change in pressing force with respect to the change in path height ( $dPF/dD$ ) and

change in pressing force with respect to the change in dosage ( $dPF/dD$ ).

8. Process according to claim 7, wherein the sensitivities ( $dW/dPF$ ,  $dT/dH$ ,  $dH/dh$ ,  $dPF/dD$ ) are adapted to controls during operation.
9. Process according to claims 1 to 8, wherein the control circuits (R1 to R5) are divided into several partial control blocks.
10. Process according to claims 1 to 9, wherein a limiting value for the pressing force (PF) is determined adaptively to the values measured during running operation and a pre-given limiting value for weight (W), height (T) and hardness (H) of the tablets.
11. Process according to claim 1, further comprising applying FUZZY (logic) for the description, the design, the realization and the optimization of the control circuits (R1 to R5).

## Revendications

1. Procédure d'assurance-qualité pour la fabrication de comprimés par des presses au moyen du contrôle par asservisseur de la force de compression, du poids, de la dureté et de l'épaisseur des comprimés, **caractérisée en ce que** le système de régulation est subdivisé en plusieurs boucles d'asservissement (R1 à R5) interdépendantes, se déroulant principalement parallèlement entre elles, pour la régulation simultanée de la force de compression (PK) et des paramètres de comprimé poids (G), épaisseur (T) et dureté (H).
2. Procédure selon revendication 1, caractérisée en ce que la force de compression effective ( $PK_{EFF}$ ) est maintenue constante à la valeur de la force de compression de consigne ( $PK_{CONS}$ ) par modification de dosage ( $\Delta D$ ) dans une première boucle d'asservissement (R1), que le poids de comprimé (G) est mesuré dans une seconde boucle d'asservissement (R2) se déroulant parallèlement à la première, et qu'une nouvelle valeur sera calculée pour la force de compression de consigne ( $PK_{CONS}$ ) en fonction de la différence de poids ( $\Delta G$ ), en ce qu'une modification de dosage ( $\Delta D$ ) est réalisée dans la première boucle d'asservissement (R1) et la différence de poids ( $\Delta G$ ) compensée, que la différence d'épaisseur ( $\Delta T$ ) est mesurée dans une troisième boucle d'asservissement (R3), et la différence de dureté ( $\Delta D$ ) dans une quatrième boucle d'asservissement (R4), en ce que de nouvelles valeurs devront à chaque fois être calculées pour la valeur de hauteur du méplat pour la force de com-

pression de consigne ( $PK_{CONS-ST}$ ) en cas de différences présentées ( $\Delta T$ ,  $\Delta D$ ), et en ce qu'une différence entre la valeur de hauteur du méplat pour la force de compression de consigne ( $PK_{CONS-ST}$ ) et la valeur de force de compression effective ( $PK_{EFF}$ ) est régulée par un réglage en hauteur du méplat ( $\Delta ST$ ) dans une cinquième boucle d'asservissement (R5).

l'optimisation des boucles d'asservissement (R1 à R5).

3. Procédure selon revendication 2, caractérisée en ce que la force de compression effective ( $PK_{EFF}$ ) est formée de la valeur moyenne, fixe ou glissante, de plusieurs forces de compression différentes. 10
4. Procédure selon revendications 2 et 3, caractérisée en ce que le poids (G), l'épaisseur (T) et la dureté (H) des comprimés sont constamment mesurés parallèlement à la mesure de force de compression et respectivement calculés comme valeurs moyennes glissantes. 15  
20
5. Procédure selon revendication 4, caractérisée en ce que les valeurs de mesure de l'épaisseur (T), de la dureté (H) et du poids (G) des comprimés sont affectées aux différentes stations d'estampage. 25
6. Procédure selon revendications 2 à 5, caractérisée en ce que la première boucle d'asservissement (R1) et la cinquième boucle d'asservissement (R5) fonctionnent en alternance. 30
7. Procédure selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que les sensibilités ( $dG/dPK$ ,  $dT/dh$ ,  $dH/dh$ ,  $dPK/dh$ ,  $dPK/dD$ ) sont appliquées à la régulation aux entrées des boucles d'asservissement (R1 à R5), outre les différentes déviations de réglage ( $\Delta PK$ ,  $\Delta G$ ,  $\Delta T$ ,  $\Delta H$ ,  $PK_{CONS-ST}$ ). 35
8. Procédure selon revendication 7, caractérisée en ce que les sensibilités ( $dG/dPK$ ,  $dT/dh$ ,  $dH/dh$ ,  $dPK/dh$ ,  $dPK/dD$ ) sont adaptées aux régulations en cours de fonctionnement. 40
9. Procédure selon revendications 1 à 8, caractérisée en ce que les boucles d'asservissement (R1 à R5) sont subdivisées chacune en plusieurs blocs d'asservissements partiels. 45
10. Procédure selon revendications 1 à 9, caractérisée en ce que les valeurs-limites pour la force de compression (PK) sont définies en adaptation aux valeurs mesurées dans le fonctionnement en cours et aux valeurs-limites données pour le poids (G), l'épaisseur (T) et la dureté (H) des comprimés. 50  
55
11. Procédure selon revendication 1, caractérisée en ce que les méthodes de la logique floue sont utilisées pour la description, le projet, la réalisation et

