(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 173 720 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
01.09.2004 Patentblatt 2004/36

(21) Anmeldenummer: **00908900.4**

(22) Anmeldetag: **21.03.2000**

(51) Int Cl.[7]: **F26B 21/06**, F26B 25/22

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/CH2000/000163

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2000/066963 (09.11.2000 Gazette 2000/45)

(54) **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR OPTIMIERUNG DER PROZESSFÜHRUNG SOWIE PROZESSÜBERWACHUNG IN EINER ANLAGE ZUR HERSTELLUNG VON TEIGWAREN**

METHOD AND DEVICE FOR OPTIMISING PROCESS MANAGEMENT AND PROCESS CONTROL IN AN ARRANGEMENT FOR PRODUCING FARINACEOUS PRODUCTS

PROCEDE ET DISPOSITIF PERMETTANT D'OPTIMISER LA GESTION ET LA SURVEILLANCE DES PROCESSUS DANS UNE INSTALLATION DE FABRICATION DE PATES ALIMENTAIRES

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

(30) Priorität: **28.04.1999 DE 19919206**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.01.2002 Patentblatt 2002/04

(73) Patentinhaber: **BÜHLER AG**
9240 Uzwil (CH)

(72) Erfinder:
- **SEILER, Werner**
  CH-9523 Züberwangen (CH)
- **TOBLER, Hans**
  CH-9249 Algetshausen (CH)
- **GUSTER, Franz**
  CH-9212 Arnegg (CH)
- **BRÜHWILER, Marcel**
  CH-9000 St. Gallen (CH)
- **AGARWAL, Mukul**
  CH-8057 Zürich (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 129 892
WO-A-92/16806
WO-A-93/02561
DE-A- 3 741 128
DE-A- 4 433 593
DE-A- 4 435 808
DE-A- 19 618 900
US-A- 4 170 073

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 1 173 720 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Optimierung der Prozessführung sowie Prozessüberwachung in einer Anlage zur Herstellung von Teigwaren, insbesondere von kurzen und langen Teigwaren gemaß den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 17. Ein derartiges Verfahren und eine derartige Vorrichtung sind aus des EP-A-0 129 892 bekannt.

[0002] Die industrielle Herstellung von Teigwaren erfolgt bereits mit einem vergleichsweise hohen Stand der Automatisierung. Dies betrifft z. B. die Teilprozesse des Pressens der Rohteigwaren und die Trocknung und Kühlung der Teigwaren. So beschreibt die EP-A-0 129 892 B1 eine Anlage und ein Verfahren zur Trocknung von langen Teigwaren im kontinuierlichen Betrieb mit gesteuerter Erwärmung, Befeuchtung, Trocknung und Kühlung der Teigwaren. Vorgegeben wird ein Temperatur-Zeit-Regime in einem Turbosystem. Die EP-A-0 540 699 B1 beschreibt ein weitergehendes Verfahren zur Regelung der Produktfeuchte, um ein Brechen der Teigwaren nach dem Trocknen und beim Abpacken zu vermeiden. Temperatur und Luftfeuchte werden geregelt. Hierbei erfolgt in der Endzone der Trocknung in noch warmem Zustand der Teigwaren eine erneute oberflächliche Wasserzugabe und die Temperatur der Teigwaren wird unmittelbar nach der Wasserzugabe auf unter 60°C gesenkt. Eine ähnliche Lösung unter Nutzung eines AW-Wertes lehrt die EP-A-0 322 053 B1.

[0003] Automatisierte Pressen für die Herstellung der Rohteigwaren sind zum Beispiel den EP-A-0 426 766 B1 in Form eines Mischkneters, der zwei Arbeitswellen enthält, die abwechseln Knetschnecken und Scherelemente aufweisen oder der DE-44 17 357 A1 entnehmbar.

[0004] Der technische Ablauf und teilweise die Verfahrensparameter sind als Steuerungsdaten verfügbar. Anlagesteuerungen ermöglichen Ablaufsteuerungen entsprechend nach gewählten Prozessen und auch eine Visualisierung des Anlagenzustandes. Hinsichtlich der Sensoren sind z. B. Temperatur- und Feuchtesensoren, Drehzahlgeber oder Drucksonden bekannt. Jedoch können auf Grund unterschiedlicher Rohstoffwerte, des Maschinenverschleisses oder Abweichungen bei den Sensoren keine Online-Optimierungen vorgenommen werden. Bekannte Problembereiche liegen beim Rohstoff (Qualitäts- und Feuchteschwankungen bei Mehl und Griess u.a.), beim Raumklima, Schwankungen der Rohteigfeuchte und der Trocknungsbedingungen, auch in Verbindung mit der Qualifikation des Bedienpersonals, nicht konstanten Maschineneigenschaften und anderen.

[0005] Auch sind Online-Messungen im feucht-heissen Klima eines Trockners und an verschiedenen Produkten sehr problematisch.

[0006] Die DE-44 33 593 A1 zeigt ein Verfahren zur Regelung eines Extruders, wobei an Hand von Versuchsdaten oder Expertenwissen Sollwertvorgaben einer Regelung erstellt werden, deren Stellgrössen von der Produktqualität abhängen. Mittels dieser Sollwertvorgaben wird ein Arbeitspunkt optimiert und stabilisiert und es wird ein in die Maschinensteuerung integrierter Regler erstellt. Dieser Regler kann ein prozessregelnder Fuzzy-Regler sein. Nach einer Eingabe und Speicherung der ermittelten Daten werden automatisiert Regelungen für spezifische Regelstrecken adaptiert und spezifische Regler generiert. Letzteres unter Verwendung von Code-Generatoren, die in die Regelungsumgebung integriert sind.

[0007] Zur Ausführung des Verfahrens ist ein In-line Viskositätssensor zwischen Düse und Schneckenspitze des Extruders installiert.

[0008] Die DE-197 34 711 C1 beschreibt einen Regler mit zeitdiskreten, dynamischen Fuzzy-Regelgliedern, bei denen gezielt Nichtlinearitäten für ein gewünschtes Regelverhalten einbringbar sind.

[0009] Die DE-196 18 900 A1 beschreibt ein Verfahren zur Steuerung und Regelung der Wärmebehandlung eines bahnförmigen Guts, insbesondere einer textilen Warenbahn, die mit einem Strom eines gasförmigen Behandlungsmediums beaufschlagt wird. Basierend auf dem Wissen eines Fachmanns wird eine Regeistrategie individuell vorgegeben, die mittels eines an sich bekannten Fuzzy-Reglers umgesetzt wird. Dabei werden bestimmte Prozessparameter, wie z.B die Warentemperatur am Trocknereingang und am Trocknerausgang, Umlufttemperaturen sowie die Warenfeuchte am Einlauf und am Auslauf erfasst und dienen als Eingaben für den Fuzzy-Regler. Die Ausgabe des Fuzzy-Reglers dient zur Steuerung der Warengeschwindigkeit.

[0010] Ein ähnliches Verfahren ist in der DE-44 35 808 A1 offenbart. Hier wird bei einem Prozess zur Trocknung von Pressschnitzeln der Feuchtegehalt der Schnitzel über eine Gewichtsmessung bestimmt. Der aus der Gewichtsmessung bestimmte Feuchtegehalt wird zusammen mit weiteren Parametern wie Temperarturwerten oder Pressschnitzelmenge auf die Eingänge einer Fuzzy-Einheit gegeben. Das Ausgangssignal der Fuzzy-Einheit wird als Regelsignal für die Schnitzeltrocknung unter Berücksichtigung des sich ändernden Feuchtegehalts verwendet.

[0011] Die US-A-5 619 614 offenbart eine Fuzzy-Logiksteuerung einer Münz-Waschmaschine und eines Münz-Wäschetrockners für einen Waschsalon, wobei die Betriebsparameter für den Waschvorgang und den Trocknungsvorgang gesteuert werden.

[0012] Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, eine Optimierung der Prozessführung von einzelnen Teilprozessen in einer Anlage zur Herstellung von Teigwaren, insbesondere kurzen und langen Teigwaren oder dergleichen zu entwickeln, das eine verbesserte Pressen- und Trocknerregelung sowie Prozessüberwachung mit Hilfe des Einsatzes von intelligenten, Software-Technologien ermöglicht. Insbesondere soll eine

einfachere Reglereinstellung und eine Verringerung der Fehlproduktion erreicht werden. Die Lösung der Aufgabe erfolgt an Hand der Merkmale der Ansprüche 1 und 17.

[0013] Die Lösung dieser Aufgabe gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 erfolgt mittels des Einsatzes von intelligenten Software-Technologien wie z.B. eines virtuellen Sensors (auch "Soft-Sensor") für die Endproduktfeuchte, mit einer Regelung der Dosierwassermenge in der Presse. Es ist möglich, die Endproduktfeuchte in den zulässigen Grenzen zu halten. Bisher war es nicht möglich, Informationen über den Produktzustand im Trockner zu erhalten. Mittels Online-Sensoren im Trockner für die Produktfeuchtemessung und/oder Gewichtsverlustmessung können zudem Klimakurve und Produktfeuchtekurve geregelt werden.

[0014] Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass die einzelnen Teilprozesse voneinander abhängen und eine punktweise Optimierung wenig erfolgversprechend ist. Grundlage sind die Wechselwirkungen zwischen Produkteigenschaften und Maschinenverhalten. Hierbei werden Modelle zwischen den Prozessparametern (Maschineneinstellungen, Rohstoffe, Rezeptmischungen) und Produkteigenschaften (z.B. Feuchtegehalt, Farbe, Viskosität) mittels statistischen und intelligenten Software-Technologien erstellt.

[0015] Intelligente Software-Technologien (auch "Soft-Computing") umfassen Technologien wie Expertensysteme, Neuronale Netze, Fuzzy Logik und Genetische Algorithmen (Evolutionäre Algorithmen). Diese sind z.B. im Artikel "Soft Computing in der Automation" von P. Auer, Elektronik 34/1998 beschrieben.

[0016] Durch Kombination dieser Technologien (z.B. Neuro-Fuzzy) entstehen hybride Modelle welche sowohl das bereits vorhandene Expertenwissen (z.B. mit Fuzzy-Regeln) als auch experimentelle Daten (welche z.B. mittels statistischer Versuchsplanung und Prozessversuchen erzeugt und in neuronalen Netzen modelliert werden) berücksichtigen können. Ausserdem werden diese Modelle mit konventionellen, analytischen Modellen (z.B. basierend auf physikalischen Modellen oder Regressionsrechnung) kombiniert und ebenfalls als Hybrid bezeichnet.

[0017] Insbesondere sind auch neue Methoden im Kommen, welche eine automatische Modellgenerierung (z.B. automatische Generierung der Struktur und Parameter von Neuronalen Netzen mittels z.B. Genetischer Algorithmen oder automatische Generierung von Fuzzy-Regeln aus Prozessdaten) ermöglichen. Hiermit wird eine adaptive Online-Modellanpassung einfacher möglich.

[0018] Mit Hilfe dieser Modelle ist eine Optimierung bzgl. Produkteigenschaften, Prozessparametern und auch Kosten (Rohstoffkosten, Betriebskosten) möglich. Hierdurch wird eine zielgerichtete, modelbasierte, adaptive Regelung möglich. Insbesondere können hiermit auch nichtlineare Systeme besser geregelt werden.

[0019] Eine weitere Aufgabe besteht darin, eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen.

[0020] Das Ergebnis ist eine adaptive Regelung zur Herstellung von Teigwaren bezüglich Pressen der Rohteigwaren und deren Trocknung/Kühlung, wobei die Anlage personalunabhängiger gefahren werden kann. Adaptive Regelungen einfacher Vorgänge sind zwar bekannt, nicht jedoch auf derart komplexe Vorgänge übertragbar.

[0021] Bereits vorhandene Sensoren können eingesetzt werden.

[0022] Ebenso können bekannte elektropneumatische Regelungen zur Klimaregelung in den Trocknern durch elektromechanische und selbstlemende Regler ersetzt werden.

[0023] Zusätzlich soll ein sanfter Übergang vom Trockner/Kühler ins Raumklima mittels Berücksichtigung des Raumklimas erreicht werden, um Produktspannungen und damit Verzug und Bruch der Teigwaren zu minimieren.

[0024] Mittels einer Online-Regelung werden Prozessstörungen automatisch kompensiert durch eine reproduzierbare, direkte oder virtuelle Online-Messung der Produktfeuchte. Durch Messung von Raumklima und Anpassung des Trocknerklimas in den einzelnen Zonen kann das Endprodukt stabilisiert werden, insbesondere ist auch eine Verringerung der Bruchhäufigkeit des Endproduktes auf dem Weg zum Silo gegeben.

[0025] Die Online-Regelung ermöglicht ein langfristiges Konstanthalten der Kriterien für die Endqualität der Produkte, während der Produktion und auch bei auftretenden Prozessstörungen. Es erfolgt insbesondere eine Regelung der produktbezogenen Regelgrössen (z.B. Produktfeuchte). Jede Regelgrösse sollte messbar sein und Störgrössen sind zu reduzieren. Bei der Endproduktstabilisierung soll das Raumklima in die Online-Steuerung des Klimas einzelner Trocknerzonen, ggf. auch in die Produktbelüftung einbezogen werden. Die Teigwarenpresse kann auch als virtueller Sensor für Produkteigenschaften wie Teigfeuchte und Teigkonsistenz verwendet werden.

[0026] Ein Rezeptassistent gibt automatisch eine erste Angabe der für die spezifischen, gewünschten Produkteigenschaften erforderlichen Rezeptwerte. Hierbei werden aus Produktvorgaben Rezeptstartwerte generiert. An Hand von Lerndaten, Expertenwissen und physikalischen Gegebenheiten erfolgt eine Modellierung und Errechnung der Rezeptwerte aus den Vorgaben. Bei Produktwechsel erfolgt ein Vergleich, ob die Rezeptwerte für die neuen Produktvorgaben genügend ähnlich sind.

[0027] Eine nachfolgende Rezeptoptimierung unterstützt bei der Feineinstellung der ersten Rezeptangaben und mittels einer Diagnose können grobe Fehler erkannt und unterschieden werden, wobei der Operator Hinweise erhalten soll, welche Fehler er kontrollieren und beheben sollte.

[0028] Bei der Rezeptoptimierung werden die Anfangswerte beim Einfahren des Rezeptes optimiert und

Zusammenhänge zwischen Zielgrössenabweichung und Einstellgrössenveränderung modelliert. Der Operator kann die Zielkriterien auf einen gewünschten Wert einstellen und neue Einstellgrössen können automatisch eingestellt werden. Manuelle Anpassungen sind ebenfalls möglich.

[0029] Die Erfindung wird nachfolgend in einem Ausführungsbeispiel an Hand einer Zeichnung näher beschrieben. In der Zeichnung zeigen

Fig. 1: den schematischen Ablauf in einer Teigwarenpresseinrichtung und
Fig. 2: den schematischen Ablauf in einem Trockner/Kühler.

[0030] Von einer Dosiereinheit 1, in der Griess und/oder Mehl sowie Wasser und Additive dosiert und gemischt werden, gelangen die Rohstoffe in einen Mischkneter 2, z.B. gemäss der EP-A-0 426 766 B1, wo ein intensives Mischen und Kneten der Rohstoffe zu einem Rohteig erfolgt.

[0031] Der Rohteig erreicht am Ende des Misch- und Knetvorganges eine Pressschnecke 3 des Mischkneters 2, durch welche die Rohteigware erzeugt wird. Bei Langwaren folgt ein Diffusor 4.

[0032] Anschliessend gelangt die nasse Rohteigware mit einem Feuchtegehalt von ca. 30 % in einen Schütteltrockner 5 und danach in den Vortrockner 6 und Endtrockner 7 und Kühler 8, in denen ein Trocknungsprozess gemäss der EP-A-129892 und/oder EP-A-540699 ausgeführt wird. Die Teigware verlässt den Kühler mit einer üblichen Produktfeuchte von 11-13 %, vorzugsweise 12,5 %. Anschliessend wird die trockene Teigware in üblicher Weise geschnitten und abgepackt.

[0033] In den einzelnen Abteilen des Trockners 5, 6, 7, und im Kühler 8 werden Produktfeuchte und Gewichtsverlust der Teigware ständig mittels Online-Sensoren 9 ermittelt. Ein solcher Online-Sensor 9 ist auch in der Presschnecke 3 bzw. im Diffusor 4 möglich.

[0034] Es ist über die resultierende Klimaregelung möglich, die Produktfeuchte sehr nahe an optimalen 12,5 % zu halten und letztendlich die Fehlproduktion bei gleichbleibender Qualität der Teigware deutlich zu senken.

Kurzzeichen

[0035]

1 Dosiereinheit
2 Mischkneter
3 Pressschnecke
4 Diffusor
5 Schütteltrockner
6 Vortrockner
7 Endtrockner
8 Kühler
9 Online-Sensor

Patentansprüche

1. Verfahren für die Optimierung der Prozessführung sowie Prozessüberwachung zur Herstellung von Teigwaren, insbesondere zur Herstellung langer oder kurzer Teigwaren, wobei Rohstoffe in einem Mischer/Kneter intensiv geknetet werden und die eine Pressschnecke (3) in Form von feucht-plastischen Teigsträngen verlassende Rohteigware bis zur Endtrocknung durch unterschiedlich aufgeheizte und/oder feuchte Klimazonen eines Trockners geführt wird und anschliessend abgekühlt und formstabilisiert wird mit einer Endfeuchte von weniger als 14 %, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine automatische, sich selbst kontrollierende und regulierende Produktqualitätsregelung mittels Intelligenter Software-Technologien und Online-Sensoren übergeordnet zum traditionellen Leitsystem und Liniensteuerung während des Herstellungsprozesses von Teigwaren erfolgt, wobei die Prozessführung und Prozessüberwachung über alle und in allen Teilprozessen (Verfahrensstufen) stattfindet und wobei zwischen den Prozessparametern und Produkteigenschaften Modelle mittels der statistischen und intelligenten Software-Technologien erstellt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Produktfeuchtemessung und /oder Gewichtsverlustmessung der Teigwaren während der Bearbeitung, insbesondere während des Trocknens "Online" erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Klimakurve im Trockner geregelt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine vorgegebene, optimale Produktfeuchtekurve resp. Abtrocknungskurve geregelt wird.

5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Modellierung, Optimierung und Regelung neuronale Netze verwendet werden.

6. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Modellierung, Optimierung und Regelung ein Fuzzy-System oder ein Expertensystem verwendet wird.

7. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Modellierung, Optimierung und Regelung analytische Modelle verwendet werden.

8. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, **dadurch**

gekennzeichnet, dass für die Modellierung, Optimierung und Regelung hybride Modelle verwendet werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die hybriden Modelle Kombinationen der in den Ansprüchen 5 und 6 genannten Technologien verwendet werden.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die hybride Modelle Kombinationen der in den Ansprüchen 5 bis 6 und 7 genannten Technologien verwendet werden..

11. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die Modellierung, Optimierung und Regelung genetische Algorithmen oder andere Optimierungsatgorithmen verwendet werden.

12. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** anstelle von Online-Sensoren virtuelle Sensoren verwendet werden.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Teigwarenpresse als virtueller Sensor für Produkteigenschaften wie Teigfeuchte und Teigkonsistenz verwendet wird.

14. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine erste Angabe der für spezifische Produkteigenschaften erforderlichen Rezeptwerte erfolgt.

15. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Entwickeln neuer Produkte eine erste Angabe der für spezifische Produkteigenschaften erforderlichen Rezeptwerte erfolgt.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** Anfangswerte beim Einfahren optimiert und Zusammenhänge zwischen Zielgrössenabweichung und Einstellgrössenveränderung modelliert werden.

17. Vorrichtung zur Optimierung der Prozessführung sowie Prozessüberwachung in Ausführung eines Verfahrens nach Anspruch 1, wobei die Vorrichtung eine Dosiereinheit (1), einen Mischkneter (2), eine Pressschnecke (3), sowie einen Trockner/Kühler (5, 6, 7, 8) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Pressschnecke (3) sowie im Trockner (5, 6, 7) und Kühler (8) mit einer Anlagensteuerung verbundene Online-Sensoren (9) zur Erfassung von Gewichtsverlust und Feuchte der Teigwaren angeordnet sind, wobei ein Difussor (4) mit mindestens einem Online-Sensor (9) vorgesehen ist.

Claims

1. A method for optimizing process execution and process monitoring during the manufacture of pasta products, in particular the manufacture of long or short pasta products, wherein raw materials are intensively kneaded in a mixer/kneader, and the raw pasta exiting the one molding screw (3) in the form of moist-plastic pasta strands is guided through varyingly heated and/or moist climate zones of a dryer up until final drying, and then cooled and form-stabilized with a final moisture of less than 14%, **characterized in that** an automatic, self monitoring and regulating product quality control takes place by means of intelligent software technologies and online sensors that are higher ranking relative to the traditional control system and line controller during the process of manufacturing pasta products, wherein process execution and process monitoring takes place over and in all partial processes (procedural stages), and wherein models are generated between the process parameters and product properties via the statistical and intelligent software technologies.

2. The method according to claim 1, **characterized in that** the pasta products are subjected to "online" product moisture measurement and/or weight loss measurement while being processed, especially while being dried.

3. The method according to claim 2, **characterized in that** a climate curve is regulated in the dryer.

4. The method according to claim 3, **characterized in that** a preset, optimal product moisture curve or drying curve is regulated.

5. The method according to claims 1 to 4, **characterized in that** neuronal networks are used for modeling, optimization and regulation.

6. The method according to claims 1 to 4, **characterized in that** a fuzzy system or expert system is used for modeling, optimization and regulation.

7. The method according to claims 1 to 4, **characterized in that** analytical models are used for modeling, optimization and regulation.

8. The method according to claims 1 to 4, **characterized in that** hybrid models are used for modeling, optimization and regulation.

9. The method according to claim 8, **characterized in that** combinations of the technologies mentioned in claims 5 and 6 are used for the hybrid models.

10. The method according to claim 9, **characterized in that** combinations of the technologies mentioned in claims 5 to 6 and 7 are used for the hybrid models.

11. The method according to claims 1 to 10, **characterized in that** genetic algorithms or other optimization algorithms are used for modeling, optimization and regulation.

12. The method according to claim 1, **characterized in that** virtual sensors are used instead of online sensors.

13. The method according to claim 12, **characterized in that** a pasta product press is used as a virtual sensor for product properties like dough moisture and dough consistency.

14. The method according to one of preceding claims 1 to 13, **characterized in that** a first indication of the recipe values required for specific product properties is provided.

15. The method according to one of preceding claims 1 to 13, **characterized in that** a first indication of the recipe values required for specific product properties is provided during the development of new products.

16. The method according to one of claims 1 or 14, **characterized in that** initial values are optimized during introduction, and correlations between target variable deviation and set value change are modeled.

17. A device for optimizing process execution and process monitoring while implementing a method according to claim 1, wherein the device has a metering unit (1), a mixing kneader (2), a molding screw (3), as well as a dryer/cooler (5, 6, 7, 8), **characterized in that** online sensors (9) connected with a system controller are arranged in the molding screw (3) and dryer (5, 6, 7) and cooler (8) to acquire the weight loss and moisture of pasta products, wherein a diffuser (4) with at least one online sensor (9) is provided.

Revendications

1. Procédé pour l'optimisation de la gestion ainsi que de la surveillance du processus de fabrication de pâtes alimentaires, notamment pour la fabrication de pâtes longues ou courtes, des matières premières étant malaxées intensivement dans un mélangeur/pétrisseur et la pâte alimentaire crue quittant l'une des vis à pression (3) sous forme de cordons humides et souples étant transportée à travers des zones climatiques différemment réchauffées et/ou humides d'un séchoir, jusqu'au séchage final, pour être ensuite refroidie et stabilisée dans sa forme à une humidité finale inférieure à 14%, **caractérisé en ce qu'**un réglage automatique, autocontrôlé et autorégulé de la qualité du produit a lieu pendant le processus de fabrication des pâtes alimentaires, grâce à des technologies logicielles et des détecteurs on-line hiérarchiquement supérieurs au système de gestion et à la commande de la ligne traditionnels, la gestion et la surveillance du processus ayant lieu sur et dans tous les processus partiels (étapes du procédé) et des modèles étant établis entre les paramètres du processus et les propriétés du produit, grâce aux technologies logicielles statistiques et intelligentes.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**une mesure de l'humidité du produit et/ou une mesure de la perte de poids des pâtes alimentaires est effectuée « on-line » en cours de traitement, notamment pendant le séchage.

3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'**une courbe climatique est régulée dans le séchoir.

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'**une courbe d'humidité optimale prédéfinie du produit ou une courbe de séchage est régulée.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** des réseaux neuronaux sont utilisés pour la modélisation, l'optimisation et la régulation.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'**un système Fuzzy ou un système expert est utilisé pour la modélisation, l'optimisation et la régulation.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** des modèles analytiques sont utilisés pour la modélisation, l'optimisation et la régulation.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** des modèles hybrides sont utilisés pour la modélisation, l'optimisation et la régulation.

9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** des combinaisons des technologies citées sous les revendications 5 et 6 sont utilisées pour les modèles hybrides.

10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** des combinaisons des technologies citées

sous les revendications 5 à 6 et 7 sont utilisées pour les modèles hybrides.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** des algorithmes génétiques ou d'autres algorithmes d'optimisation sont utilisés pour le modelage, l'optimisation et la régulation.

12. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** des détecteurs virtuels sont utilisés à la place des détecteurs on-line.

13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce qu'**une presse à pâtes alimentaires est utilisée en tant que détecteur virtuel des propriétés du produit telles que l'humidité et la consistance de la pâte.

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes 1 à 13, **caractérisé en ce qu'**une première indication des valeurs des recettes nécessaires pour des caractéristiques spécifiques du produit est donnée.

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes 1 à 13, **caractérisé en ce que** lors du développement de nouveaux produits, une première indication des valeurs des recettes nécessaires pour des caractéristiques spécifiques du produit est donnée.

16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 14, **caractérisé en ce que** des valeurs de départ sont optimisées lors de l'introduction et **en ce que** des corrélations sont établies entre les écarts par rapport aux dimensions cibles et les variations des dimensions de réglage.

17. Dispositif pour l'optimisation de la gestion et de la surveillance du processus dans le cadre d'un processus selon la revendication 1, le dispositif comportant une unité de dosage (1), un mélangeur/pétrisseur (2), une vis à pression (3), ainsi qu'un séchoir/refroidisseur (5, 6, 7, 8), **caractérisé en ce que** des détecteurs on-line reliés à une commande de l'installation sont disposés dans la vis à pression (3) ainsi que dans le séchoir (5, 6, 7) et dans le refroidisseur (8), pour la saisie de la perte de poids et de l'humidité des pâtes alimentaires, un diffuseur (4) comportant au moins un détecteur on-line (9) étant prévu à cet effet.

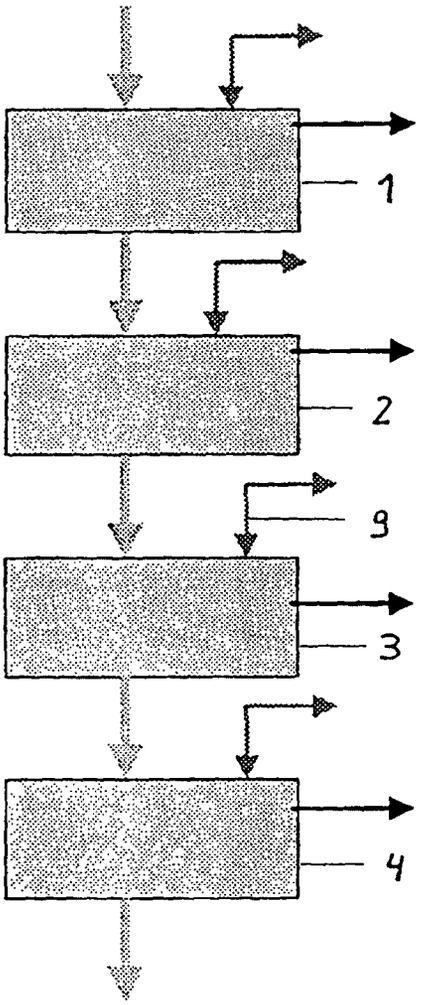


Fig. 1

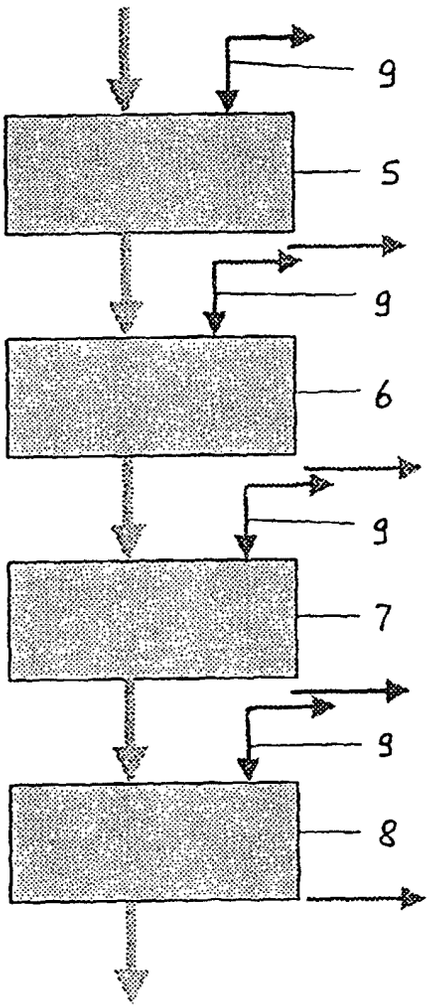


Fig. 2