

(19)



(11)

EP 3 713 671 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
17.11.2021 Patentblatt 2021/46

(51) Int Cl.:
B02C 4/06 (2006.01) **B02C 4/38** (2006.01)
B02C 9/04 (2006.01) **B02C 25/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18815541.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2018/082448

(22) Anmeldetag: **23.11.2018**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2019/101968 (31.05.2019 Gazette 2019/22)

(54) **INTELLIGENTE, SELBST-ADAPTIVE STEUERUNGSVORRICHTUNG ZUR AUTOMATISIERTEN OPTIMIERUNG UND STEUERUNG DER VERMAHLUNGSLINIE EINES WALZENSYSTEMS UND ENTSPRECHENDES VERFAHREN**

INTELLIGENT, SELF-ADAPTING CONTROL ARRANGEMENT FOR AUTOMATED OPTIMISATION AND CONTROLLING OF A MILLING LINE OF A ROLLER SYSTEM AND CORRESPONDING METHOD

DISPOSITIF DE COMMANDE INTELLIGENT ET AUTO-ADAPTATIF POUR OPTIMISATION AUTOMATISÉE ET COMMANDE D'UNE LIGNE DE MOUTURE D'UN SYSTÈME DE ROULEAUX ET PROCÉDÉ CORRESPONDANT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **23.11.2017 EP 17203422**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.09.2020 Patentblatt 2020/40

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

(72) Erfinder:
• **GRÄBER, Matthias**
9000 St. Gallen (CH)
• **HEINIGER, Christian**
8404 Winterthur (CH)

(74) Vertreter: **Leimgruber, Fabian Alfred Rupert ThomannFischer**
Elisabethenstrasse 30
4010 Basel (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-97/41956 DE-A1- 2 413 956
JP-A- H06 114 282

EP 3 713 671 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine intelligente, selbst-adaptive Regel- und Steuerungsvorrichtungen zur automatisierten Regelung und Steuerung von Mahl- und Walzsystemen, insbesondere Mühlenanlagen mit einem Walzenstuhl, aber auch Mühlenysteme und Mahlanlagen im Allgemeinen. Die Erfindung bezieht sich insbesondere auf Regelungsvorrichtungen für Getreidemühlen und andere Anlagen zur Verarbeitung und Zerkleinern von Getreide, insbesondere Anlagen zum Zerkleinern, Transportieren, Fraktionieren und Konditionieren von Getreide sowie auf Regel- und Steuerverfahren und Regelvorrichtungen zum selbst-optimierten Steuern und Überwachen solcher Anlage. Mögliche Anwendungen der erfindungsgemässen Vorrichtung betreffen zudem Mahl- und Walzsystemen mit real-time oder quasi-real-time Messung und Überwachung von Betriebsparametern, wie Walzentemperatur, Walzenspalt, Walzendrehzahl, Walzenpresskraft und/oder Energieaufnahme eines oder verschiedener Walzantriebe, und/oder mit real-time oder quasi-real-time Messungen von Inhaltsstoffen oder Qualitätsparametern während der Produktaufbereitung und - Verarbeitung in den Getreidemühlenanlagen zum Zweck der Prozessüberwachung (Messen, Monitoring) sowie Steuerung und/oder Regelung der Anlagen bzw. Prozesse, wie z.B. Messgrößen wie Wassergehalt, Proteingehalt, Stärkebeschädigung, Aschegehalt (Mineralstoffe) von Mehlen (oder Mahlzischenprodukten), Reststärkegehalt, Mahlfineinheit etc. Die Erfindung bezieht sich jedoch wie erwähnt auch ganz allgemein auf Mühlenysteme, beispielsweise Kugelmühlen (ball mill) oder sogenannte Semi-Autogenously Grinding Mühlen (SAG), die zum Zermahlen von grob körnigen Materialien, wie z.B. Erzen oder Zement usw., bestimmt sind. Auch bei solchen Mühlen wird der Durchsatz und die Produktequalitätsparameter mittels Einstellens verschiedener Stell- oder Führungsgrößen, wie z.B. Rotationsgeschwindigkeit der Mühltrommel, Energieaufnahme der Mühltrommel, Zufuhr des (grob-)körnigen Ausgangsmaterials/Eingangsstoffe, Wasserzufuhr bei Erzmühlen und/oder Ausstragsgeschwindigkeit des am Ausgang vorliegenden gemahlten Materials, gesteuert. Auch bei diesen Mühlen ist die Korngrößenverteilung des zermahlenden Materials ein wichtiges Qualitätsmerkmal. Sie kann insbesondere die Ausbeute der dem Mühlenystem nachgeschalteten weiteren Komponenten, wie z.B. der Flotation, beeinflussen. Es wird ein möglichst hoher Durchsatz bei hoher Produktqualität und bei niedrigem Energieverbrauch und Materialbedarf, d.h. Kosten, angestrebt.

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft somit in bevorzugter Anwendung Walzsystemen, Produktverarbeitungsanlagen und Mahlanlagen enthaltend Walzen oder Walzenpaarung, sowie entsprechende Verfahren zum optimierten Betreiben derartiger Mahl- und Walzsystemen bzw. Produktverarbeitungsanlagen. Die genannten Anlagen betreffen insbesondere komplette Anlagen für (i) die Getreidemüllerei, (ii) Mehlaufbereitung für industrielle Bäckereien, (iii) Anlagen für die Spezialmüllerei, (iv) Produktionsanlagen zur Herstellung von hochwertigem Futter für Nutz- und Haustiere, (v) Spezialanlagen zur Herstellung von Futter für Fische und Krustentiere, (vi) Premix- und Konzentratenanlagen zur Herstellung von Wirkstoffmischungen, (vii) Ölgewinnung aus Ölsaaten, (viii) Behandlung von Extraktionsschroten und White Flakes, (ix) Hochleistungsanlagen zur Verarbeitung von Biomasse und Herstellung von Energiepellets, (x) Anlagen für die Ethanol-Herstellung, (xi) Komplette Reisprozessanlagen, (xii) Sortieranlagen für Lebensmittel, Saatgut und Kunststoffe, (xiii) Getreide- und Sojahandling, (xiv) Anlagen für das Entladen und Beladen von Schiffen, LKW und Bahn über die Lagerung bis zum Austrag von Getreide, Ölsaaten und Derivaten, (xv) Siloaustrüstungen für vertikale Stahl- und Betonsilos sowie Flachlager, (xvi) Mechanische und pneumatische Schiffsentlader und Schiffsbeider, (xvii) Förderkomponenten, (xviii) industrielle Mälzerei- und Schrotrei-Anlagen, (xix) Maschinen und Anlagen zur Verarbeitung von Kakaobohnen, Nüssen und Kaffeebohnen, (xx) Maschinen und Anlagen zur Herstellung von Schokolade sowie Füll- und Überzugsmassen, (xxi) Maschinen und Anlagen zur Einförmung von Schokoladeartikeln, (xxii) Gesamtkonzepte für Produktionslinien zur Herstellung von Langwaren, Kurzwaren, Nidi, Lasagne, Couscous und Spezialitäten-Teigwaren, (xxiii) Systeme und Anlagen zum Extrudieren (Kochen und Formen) von Frühstück-Cerealien, Food- und Feed-Ingredients, Petfood, Aquafeed und Pharmaprodukten, (xxiv) Anlagen zur Herstellung von Farben, Lacken und Dispersionen, (xxv) Planung von Nassmahltechnik-Gesamtlösungen und Fertigung von Maschinen und Prozess-Ausrüstungen zur Herstellung von Druckfarben, Coatings und Partikeldispersionen für die Kosmetik-, Elektronik- und Chemische Industrie, (xxvi) Wärmebehandlung von Polymeren (PET), (xxvii) Anlagen für die Herstellung von Flaschen-PET, (xxviii) SSP und Konditionierungsanlagen für die Behandlung von PET und anderen Kunststoffen, (xxix) Anlagen für bottle-to-bottle Recycling, (xxx) Herstellung von gebrauchsfertigen Nanopartikel-Dispersionen, (xxxi) Schlüsselfertige Verarbeitungsprozesse für Nanopartikel in der Flüssigphase, (xxxii) Industrielösungen für Trocknung und weitere thermische Prozesse, (xxxii) Isolation und Charakterisierung von Aleuron aus Weizenkleie, Reisfortifizierung etc.

men bzw. Produktverarbeitungsanlagen. Die genannten Anlagen betreffen insbesondere komplette Anlagen für (i) die Getreidemüllerei, (ii) Mehlaufbereitung für industrielle Bäckereien, (iii) Anlagen für die Spezialmüllerei, (iv) Produktionsanlagen zur Herstellung von hochwertigem Futter für Nutz- und Haustiere, (v) Spezialanlagen zur Herstellung von Futter für Fische und Krustentiere, (vi) Premix- und Konzentratenanlagen zur Herstellung von Wirkstoffmischungen, (vii) Ölgewinnung aus Ölsaaten, (viii) Behandlung von Extraktionsschroten und White Flakes, (ix) Hochleistungsanlagen zur Verarbeitung von Biomasse und Herstellung von Energiepellets, (x) Anlagen für die Ethanol-Herstellung, (xi) Komplette Reisprozessanlagen, (xii) Sortieranlagen für Lebensmittel, Saatgut und Kunststoffe, (xiii) Getreide- und Sojahandling, (xiv) Anlagen für das Entladen und Beladen von Schiffen, LKW und Bahn über die Lagerung bis zum Austrag von Getreide, Ölsaaten und Derivaten, (xv) Siloaustrüstungen für vertikale Stahl- und Betonsilos sowie Flachlager, (xvi) Mechanische und pneumatische Schiffsentlader und Schiffsbeider, (xvii) Förderkomponenten, (xviii) industrielle Mälzerei- und Schrotrei-Anlagen, (xix) Maschinen und Anlagen zur Verarbeitung von Kakaobohnen, Nüssen und Kaffeebohnen, (xx) Maschinen und Anlagen zur Herstellung von Schokolade sowie Füll- und Überzugsmassen, (xxi) Maschinen und Anlagen zur Einförmung von Schokoladeartikeln, (xxii) Gesamtkonzepte für Produktionslinien zur Herstellung von Langwaren, Kurzwaren, Nidi, Lasagne, Couscous und Spezialitäten-Teigwaren, (xxiii) Systeme und Anlagen zum Extrudieren (Kochen und Formen) von Frühstück-Cerealien, Food- und Feed-Ingredients, Petfood, Aquafeed und Pharmaprodukten, (xxiv) Anlagen zur Herstellung von Farben, Lacken und Dispersionen, (xxv) Planung von Nassmahltechnik-Gesamtlösungen und Fertigung von Maschinen und Prozess-Ausrüstungen zur Herstellung von Druckfarben, Coatings und Partikeldispersionen für die Kosmetik-, Elektronik- und Chemische Industrie, (xxvi) Wärmebehandlung von Polymeren (PET), (xxvii) Anlagen für die Herstellung von Flaschen-PET, (xxviii) SSP und Konditionierungsanlagen für die Behandlung von PET und anderen Kunststoffen, (xxix) Anlagen für bottle-to-bottle Recycling, (xxx) Herstellung von gebrauchsfertigen Nanopartikel-Dispersionen, (xxxi) Schlüsselfertige Verarbeitungsprozesse für Nanopartikel in der Flüssigphase, (xxxii) Industrielösungen für Trocknung und weitere thermische Prozesse, (xxxii) Isolation und Charakterisierung von Aleuron aus Weizenkleie, Reisfortifizierung etc.

Hintergrund der Erfindung

[0003] Die Müllerei, insbesondere die Getreidemüllerei, wird auch als eine Kunst bezeichnet. Anders als in anderen Gebieten der Industrie, in welchen der Einfluss der verschiedenen Faktoren meist gut bekannt ist, die die Dynamik eines Prozesses bestimmen, und in welchen sich die relevanten Prozesse deshalb durch entsprechende Gleichungen und Formeln einfach parametrisieren lassen, ist die Müllerei eine Kunst, bei der die Erfahrung des Müllers eine entscheidende Rolle spielt.

trisieren lassen bzw. die beteiligten Apparaturen und Vorrichtung einfach entsprechend ansteuern und regeln lassen, ist die Anzahl der relevanten Faktoren, die Mahlqualität und gleichermaßen die Ausbeute des verarbeiteten Endproduktes beeinflussen, in der Mülerei ausserordentlich hoch. Es bedarf deshalb oft, dass ein Müller, als Human Expert, nach der Analyse des Ausgangs-/Rohmaterials die gesamte Mahl- oder Mühlenanlage manuell anpassen und einstellen muss basierend auf seiner Intuition und Knowhow, um best-mögliche Resultate zu erhalten im Sinne der erwarteten Qualität und Ausbeute des Endproduktes (z.B. Ash Content, Yield, Baking Quality etc.). Das alles zudem unter Minimierung der Kosten, d.h. insbesondere der Energieeffizienz. Ebenfalls zu berücksichtigen ist, dass die Mahleigenschaften des Ausgangsmaterials, z.B. des gewählten Weizens oder Getreides, fundamental sind für den Mahlprozess. Da die Mahlanlage typischerweise vom Obermüller geregelt werden muss, hat der Obermüller auch entscheidenden Einfluss auf und Kontrolle bei den Charakteristiken des produzierten Mehls. Das beginnt bei der Wahl der Weizenklasse, was sich sowohl auf die Markt-klasse als auch auf den Produktionsort oder -region des Weizens beziehen kann, um bestimmte Kornattribute, wie z.B. ein bestimmter Proteinbereich, zu beeinflussen. Der Müller kontrolliert auch die Weizenzusammensetzung (wheat blend/grists), welches in die Mahlanlage gegeben wird. Der Müller kann ebenfalls den Mahlfluss (mill flow), Walzendrehzahl (roll speed), Geschwindigkeitsunterschiede (speed differentials), Verteilung der geriffelten Walzen (fluted rolls) z.B. sharp-to-sharp, und Walzendruck bei Glattwalzen (smooth rolls). Weitere Regelmöglichkeiten hat der Müller in Kombination mit dem Sieben und dem Reinigen und schliesslich in der Mahlstromauswahl zum Vermengen des produzierten Endmehls. All diese Parameter und Regelmöglichkeiten werden vom Müller benutzt, um konsistent ein Mehl mit einer bestimmten Qualität zu erzeugen.

[0004] Wie das diskutierte Beispiel zeigt, bedürfen besonders Mahlwalzen, wie sie beispielsweise in der Getreidemülerei verwendet werden, einer ständigen Überwachung. Abgesehen von der Optimierung der Produktion und der Charakteristiken des Endproduktes, kann es beispielsweise auch passieren, dass ein sogenannter Trockenlauf, Aufschaukeln in der Regelsteuerung oder andere operative Anomalien auftreten. Dauert ein anomaler Zustand zu lange an, so kann z.B. die Temperatur der Mahlwalze in einen kritischen Bereich steigen und möglicherweise einen Brand oder Schäden an den Walzen verursachen. Operative Anomalien können den optimalen Betrieb der Anlage aber auch anders beeinflussen, insbesondere die Qualität, Ausbeute oder Energieverbrauch. Obwohl Mahlanlagen in vielen Bereichen mindestens teilweise automatisiert sind, können derzeitige Systeme betreffend die automatische Steuerung und optimierten Betriebs nur schwer automatisiert werden. Im Stand der Technik werden Mühlenysteme deshalb oft noch manuell vom Bedienpersonal nach dessen empiri-

schen Erfahrungswerten eingestellt. Automatisierte Steuerung oder Regelung des Betriebs beschränkt sich dabei häufig auf die Signalübertragung und Übertragung der Steuerbefehle, z.B. mittels SPS-Steuerung und angeschlossenen Inputvorrichtungen mit graphischem User Interface (GUI). SPS bezeichnet dabei eine speicherprogrammierbare Steuerung (auch: Programmable Logic Controller (PLC)), welche als Vorrichtung zur Steuerung oder Regelung einer Maschine oder Anlage eingesetzt und auf digitaler Basis programmiert werden kann. Ändert sich die Qualität des zugeführten Materials, vergeht typischerweise eine bestimmte Zeit, bis wieder ein hoher Durchsatz bei guter Produktqualität erreicht werden kann. Oft steht dem Operator ausserdem auch nur eine indirekte Qualitätskontrolle, die sich beispielsweise anhand eines Ausbeuterückgangs in einer der nachgeschalteten Komponenten ergibt, zur Verfügung. Dies erschwert zusätzlich eine gute Einstellung des Mühlenystems oder etwa das rechtzeitige Eingreifen beim Auftreten von Anomalien im Mahlprozess. Besteht in der Regelung und Steuerung eines Mahlwalzensystems aus einer Bedienungsperson (Obermüller) ist jedoch eine vollständige Beherrschung des gesamten Produktionsablaufes unbedingt erforderlich, um eine solche Steuerung "von Hand" überhaupt durchführen zu können. Das Ergebnis der Steuerung ist dabei wesentlich abhängig von dem jeweiligen fachlichen Können und der Erfahrung der Bedienungsperson, d.h. den betreuenden Obermüller. Wird weniger qualifiziertes Personal für die Bedienung eingesetzt, z. B. während spezieller Zeiten (Ferien, Nacharbeit usw.), so kann sich unter Umständen eine Ergebnisschmälerung für die Mühle einstellen, etwa durch eine geringere Ausbeute an hellen Mehlen o.ä. Versuche, den Obermüller, durch prozessor-gestützte Regelvorrichtungen zu ersetzen, dass sich das komplexe Wissen und Erfahrung des Obermüllers nicht einfach über regelgesteuerte Vorrichtungen automatisieren lässt, insbesondere nicht durch selbständig, autark funktionierende Regeleinrichtungen, die ohne regelmässige Routineeingriffe des Menschen auskommen.

[0005] Was die Mahl- und Verkleinerungssysteme betrifft, sind im Stand der Technik unterschiedliche Mahl- und Verkleinerungssysteme bekannt. Bei Getreide und Getreidemühlen ist der Walzenstuhl bei weitem die wichtigste Vermahlungsvorrichtung. Ob Mais, Weichweizen, Hartweizen, Roggen, Gerste oder Malz zu verarbeiten sind, meist bietet der Walzenstuhl die idealste Verarbeitung aller Getreidesorten. Der in einer Getreidemühle eingesetzte Prozess ist eine Stufenzerkleinerung. Der Mehlkern (Endosperm) wird schrittweise zerkleinert, indem er mehrere geriffelte oder glatte Stahlwalzenpaare passiert. Er wird in Sichern durch Siebe von der Kleie und dem Keimling getrennt. Bei Walzenpaaren eines Walzenstuhls rotiert typischerweise eine Walze schneller als die andere. Durch die gegenläufige Rotation der beiden Walzen wird das Gut in den Walzenspalt hineingezogen. Form, Tiefe und Drall der Riffelung bestimmen zusammen mit dem Drehzahldifferential die Intensität

des Vermahlens in jedem Schritt. Ebenfalls bekannt sind Schlagmühlen. Schlagmühlen eignen sich z.B. für das Vermahlen verschiedenster Produkte in Getreidemühlen (Getreide und Nebenprodukte der Vermahlung), Futtermittelwerken (Futtermittel, Hülsenfrüchte), Brauereien (Feinschrotherstellung für die Maischefiltration), Ölmühlen (Extraktionsschrote und geschrotete Ölkuchen) oder sogar Teigwarenfabriken (Teigwarenabfälle). Das Produkt wird der Schlagmühle oder Hammermühle aus einem Vorbehälter zugeführt und durch den Schlägerrotor erfasst. Die Teilchen werden so lange zerkleinert, bis sie die Öffnungen eines den Rotor umgebenden Siebmantels passieren können. Schliesslich sind auch Flockieranlagen bekannt, bei welchen das Flockierwalzwerk zusammen mit dem entsprechenden Dämpfapparat das Herzstück bildet. Im vorgeschalteten Dämpfapparat wird das Flockiergut hydrothermisch behandelt, bevor es in das Flockierwalzwerk gelangt. Die Anlage eignet sich für die Verarbeitung von Graupen (ganze, gereinigte und geschälte Haferkerne) sowie Grütze (geschnittene Haferkerne), Mais, Weichweizen, Gerste, Buchweizen und Reis. Anzumerken ist, dass sich auf Grund der spezifischen Probleme und Anforderungen in der Herstellung von Mehl und Griess aus Getreide und ähnlichen Produkten eine selbständige Gattung von Walzwerken, der sogenannte Müllerei-Walzenstuhl entwickelt hat, der im Unterschied etwa zur Mahltechnik von Gesteinen, der Herstellung von Flocken aus pflanzlichen Rohstoffen usw. eine ganz eigenartige Mahltechnik beinhaltet.

[0006] Unbesehen der spezifischen Eigenschaften der Getreidemühlen, ist bei allen der diskutierten Vermahlungssysteme des Standes der Technik bekannt (siehe z.B. DE-OS 27 30 166), dass es immer wieder Störeinflüsse gibt und geben kann, die idealisiert Vermahlungsbedingungen nicht zulassen. Zu diesen Störeinflüssen zählen unter anderem ungleichmäßige Walzentemperaturen, Veränderung der Federcharakteristik eines Walzenpaares, Veränderung des Mahlspaltes oder Mahldruckes etc. Die Erfindung bezieht sich insbesondere auf eine Steuer- und Regeleinrichtung zur stabilen, adaptiven Steuerung und Regelung von den beschriebenen Vermahlungssystemen zur Vermahlung von Getreide und zur Beeinflussung von Prozesselementen (Mahlgut und Anlageelemente) und diesen zuordenbaren operativen Prozessparametern der Getreidemöhlenanlagen unter rechtzeitiger Erkennung von Störeinflüssen oder anderen operativen Anomalien. Bekannt ist, dass die Bereitstellung und Automatisierung derartiger Steuer- und Regelsystemen komplex ist, da eine Vielzahl von mindestens teilweise gegenseitig abhängigen, d.h. korrelierten, Parameter berücksichtigt werden müssen (z.B. EP0013023B1, DE2730166A1). So wird der Betrieb der Vermahlungsvorrichtungen durch eine Vielzahl von Parametern beeinflusst, wie z.B. durch die Auswahl der Getreideart oder der Getreidemischung und des Anbaubietes, der Erntezeit, der gewünschten Qualitätskriterien, des spezifischen Gewichtes und/oder der Feuchtigkeit der einzelnen Getreidesorten bzw. der Getreidemischungsanteile, der Lufttemperatur, der relativen Luftfeuchtigkeit, der technischen Daten der in der Mühlenanlage verwendeten Anlageelemente und/oder der gewünschten Mehlqualität als vorgegebene Prozessgrößen und der Auswahl des Abstandes, des Mahldruckes, der Temperatur und/oder der Leistungsaufnahme der Motoren der Mahlwalzen, der Durchflussmenge und/oder der erzielten Feuchtigkeit des Mahlgutes und/oder der Qualität des Mehles bezüglich der Mischungsanteile, welche ausreichend differenzierte Steuerung des Vermahlungsprozesses in den Getreidemöhlenanlagen erschwert. Häufig genügt es schon, dass einige wenige dieser Prozessgrößen und operativen Prozessparameter ausserhalb ihrer Toleranz rutschen, um den Betrieb der Mühle massiv zu beeinflussen. Dieser Komplexität des Prozesses ist es zu verdanken, dass trotz allen Bemühungen einer Automatisierung der Anlagen, der Obermüller immer noch aktuell ist, da er, als "human expert", darüber entscheiden muss, ob eine Änderung der den Eingangssignalgrößen jeweils zugeordneten Steuersignale wünschenswert erscheint oder nicht. Der Obermüller wird dabei stets die Zielgrößen berücksichtigen. Hat er eine optimale Zuordnung zwischen den genannten Eingangssignalgrößen und den Steuersignalgrößen gefunden, so wird diese Zuordnung typischerweise durch entsprechende Speicherbelegung und -adressierung innerhalb der Getreidemöhlenanlage gewährleistet.

schungsanteile, der Lufttemperatur, der relativen Luftfeuchtigkeit, der technischen Daten der in der Mühlenanlage verwendeten Anlageelemente und/oder der gewünschten Mehlqualität als vorgegebene Prozessgrößen und der Auswahl des Abstandes, des Mahldruckes, der Temperatur und/oder der Leistungsaufnahme der Motoren der Mahlwalzen, der Durchflussmenge und/oder der erzielten Feuchtigkeit des Mahlgutes und/oder der Qualität des Mehles bezüglich der Mischungsanteile, welche ausreichend differenzierte Steuerung des Vermahlungsprozesses in den Getreidemöhlenanlagen erschwert. Häufig genügt es schon, dass einige wenige dieser Prozessgrößen und operativen Prozessparameter ausserhalb ihrer Toleranz rutschen, um den Betrieb der Mühle massiv zu beeinflussen. Dieser Komplexität des Prozesses ist es zu verdanken, dass trotz allen Bemühungen einer Automatisierung der Anlagen, der Obermüller immer noch aktuell ist, da er, als "human expert", darüber entscheiden muss, ob eine Änderung der den Eingangssignalgrößen jeweils zugeordneten Steuersignale wünschenswert erscheint oder nicht. Der Obermüller wird dabei stets die Zielgrößen berücksichtigen. Hat er eine optimale Zuordnung zwischen den genannten Eingangssignalgrößen und den Steuersignalgrößen gefunden, so wird diese Zuordnung typischerweise durch entsprechende Speicherbelegung und -adressierung innerhalb der Getreidemöhlenanlage gewährleistet.

[0007] Das Dokument WO9741956A1 des Standes der Technik offenbart ein Verfahren für die automatisierte Kontrolle des Vermahlprozesses in einer Mühle mit einer Vielzahl von Vermahleinheiten. Dabei wird beim Ausgang der Vermahleinheiten eine Stichprobe ausgesiebt. Bei der Stichprobe wird der Prozentsatz von Durchsatz zu zurückgehaltenen Mahlgut verglichen mit vordefinierten Standardwerten. Wird eine Abweichung gemessen, wird der Spalt zwischen den Mahlwalzen der Mahlwalzenpaarung der betroffenen Vermahleinheit entsprechend der Abweichung angepasst. DE2413956A1 des Standes der Technik betrifft ebenfalls ein Verfahren zum Vermahlen von Getreide zu Mehl unter Verwendung von Mahleinheiten, sowie nachfolgendem Sieben. Beim Mahlen des Getreide wird das Mahlgut, wie bekannt, durch eine Anzahl aufeinanderfolgender Walzenmühlen geleitet, wobei das austretende Material gesiebt wird, um das Material abzutrennen, das auf die erforderliche Grösse gemahlen ist, während das übrigbleibende Material zu der nachfolgenden der hintereinander angeordneten Mahleinheiten geführt wird. Mittels einer Überwachungseinheit werden die Mahleinheiten überwacht. Das Verhalten der Vermahleinheiten wird basierend auf einem vordefinierten Schema während des Vermahlprozesses gesteuert, so dass es mit dem vordefinierten Schema zusammenpasst. Schliesslich zeigt JPH06114282A ein Verfahren zur Überwachung der Partikelgrößenverteilung in einer Mahlanlage, mit dem Ziel innerhalb der Anlage ein stetig gleich Partikelgrößenverteilung zu erhalten. Bei dem Verfahren werden die Fördermenge, der

Abstand zwischen den Mahlwalzen und der Federdruck der Walzen überwacht, um die gewünschte Partikelgrößenverteilung zu erhalten. Das Verfahren passt die Regelung der Mahlanlage an, falls eine Abweichung der Partikelgrößenverteilung zur gewünschten Partikelgrößenverteilung detektiert wird.

Zusammenfassung der Erfindung

[0008] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile und technischen Probleme zu lösen. Insbesondere soll eine intelligente, selbst-adaptive Steuerungs-/Regelvorrichtung zur automatisierten Optimierung und Steuerung der Vermahlungslinie eines Walzensystems bereitgestellt werden, mit dem die Vermahlung und/oder Schrotung optimiert und automatisiert durchgeführt werden kann, und welches die Betriebssicherheit einer Mühle erhöht und gleichzeitig den Betrieb optimiert bzw. automatisch auftretende Anomalien reagiert. Die Steuerungs-/Regelvorrichtung soll dabei in der Lage sein, langfrist-Trends in der Produktion zu identifizieren und Auffälligkeiten im Betrieb zu erkennen. Sie soll eine einfache automatisierte Überwachung und Erkennung kritischer Produktionsparameter, insbesondere Ausbeute, Energie und Durchsatz/Maschinenlaufzeit ermöglichen, sowie eine automatisierte Anpassung des Betriebs unter Optimierung der relevanten Parameter bzw. eine automatisierte Anpassung des Betriebs bei Auffälligkeiten oder Anomalien erlauben. Schliesslich soll das Verfahren beim initialen Einstellen ein schnelles, automatisiertes und stabiles Einstellen eines Mühlensystems erlauben.

[0009] Gemäss der vorliegenden Erfindung werden diese Ziele durch das Verfahren gemäß Anspruch 1 und die Vorrichtung gemäß Anspruch 11 erreicht. Weitere vorteilhafte Ausführungsformen gehen ausserdem aus den abhängigen Ansprüchen, den Zeichnungen und der Beschreibung hervor.

[0010] Insbesondere werden diese Ziele durch die Erfindung für ein intelligentes, selbst-adaptives Regel- und Steuerungsvorrichtung und/oder -apparat zur selbst-optimierten Steuerung einer Mühlenanlage und/oder einer Vermahlungslinie eines Walzensystems der Mühlenanlage dadurch erreicht, dass die Vermahlungslinie eine Mehrzahl von Verarbeitungseinheiten, wie z.B. Riffel- und/oder Glatthalzen und/oder Siebe etc., umfasst, welche basierend auf operativen Prozessparametern jeweils einzeln mittels der Regel- und Steuerungsvorrichtung ansteuerbar und im ihrem Betrieb einzeln regelbar sind, wobei mittels einem operativen Prozessrezept eine Chargen-Steuerung (engl. Batch) mit einer definierten Verarbeitungsfolge in den Verarbeitungseinheiten regelbar ist, wobei mittels dem operativen Prozessrezept aus einem oder mehreren Ausgangsstoffen eine definierte Menge eines Endproduktes erzeugbar ist, und wobei die Verarbeitungseinheiten basierend auf spezifisch, dem operativen Prozessrezept zugeordneten operativen Chargen-Prozessparametern gesteuert werden. Die Re-

gel- und Steuerungsvorrichtung umfasst ein Pattern-Recognition-Module zum Erkennen von operativen Prozessrezepten mit multi-dimensionalen Chargen-Prozessparameter-Pattern, wobei ein operatives Prozessrezept mindestens ein oder mehrere Ausgangsstoffe, eine definierte Abfolge eines Vermahlungsprozesses innerhalb der Verarbeitungseinheiten der Vermahlungslinie, und operative Chargen-Prozessparameter zu den jeweiligen Verarbeitungseinheiten der Vermahlungslinie zugeordnet abgespeichert umfasst. Die Regel- und Steuerungsvorrichtung umfasst eine Speichervorrichtung zum Speichern historischer operativen Prozessrezepten mit historischen Chargen-Prozessparameter, wobei die historischen Chargen-Prozessparameter eines Prozessrezeptes jeweils ein prozess-typisches, multi-dimensionales Chargen-Prozessparameter-Pattern eines optimierten Chargen-Prozesses im Normbereich definieren. Bei Eingabe von Endprodukteparametern und/oder Eingangsprodukteparametern eines neuen operativen Prozessrezeptes werden mittels Pattern-Recognition des Pattern-Recognition-Modules eines oder mehrere der abgespeicherten historischen operativen Prozessrezepten basierend auf den zugeordneten multi-dimensionalen Chargen-Prozessparameter-Pattern als nächstliegende Chargen-Prozessparameter-Pattern getriggert und/oder selektiert. Mittels der Regel- und Steuerungsvorrichtung werden basierend auf den getriggerten nächstliegenden Chargen-Prozessparameter-Pattern neue Chargen-Prozessparameter-Pattern mit neuen Chargen-Prozessparameter für das eingegebene neue operative Prozessrezept generiert, wobei die Verarbeitungseinheiten basierend auf den generierten operativen Prozessrezepten mit den zugeordneten Chargen-Prozessparameter mittels der Regel- und Steuerungsvorrichtung entsprechend angesteuert und geregelt werden. Während des Vermahlungsprozesses des neuen operativen Prozessrezeptes sind die operativen Prozessparameter mittels der Regel- und Steuerungsvorrichtung kontinuierlich überwachbar, wobei bei der Detektion einer Anomalie als definierte Abweichung der überwachten operativen Prozessparameter vom den bestimmten operativen Prozessparametern des neuen operativen Prozessrezeptes ein Warnsignal auf eine Alarmeinheit übertragen wird. Die Chargen-Prozessparameter können z.B. mindestens Messparameter betreffend der Ströme und/oder Leistungsaufnahme eines oder mehrerer Walzenstühle der Mühlenanlage umfassen. Die ein oder mehreren Walzenstühle können z.B. mindestens Riffelwalzen (B Passage) und/oder Glatthalzen (C Passage) umfassen. Die Chargen-Prozessparameter können insbesondere z.B. mindestens Messparameter betreffend der Ströme und/oder Leistungsaufnahme aller Walzenstühle der Mühlenanlage umfasst. Die Erfindung hat unter anderem den Vorteil, dass eine technisch neuartige, intelligente, selbst-adaptive Steuerungs-/Regelvorrichtung zur automatisierten Optimierung und Steuerung der Vermahlungslinie eines Walzensystems bereitgestellt werden kann, mit dem die Vermahlung und/oder Schro-

tung optimiert und vollständig automatisiert durchgeführt werden kann, und welches die Betriebssicherheit einer Mühle erhöht und gleichzeitig den Betrieb optimiert bzw. automatisch auf auftretende Anomalien reagiert. Die erfinderische Steuerungs-/Regelvorrichtung ist dabei in der Lage, langfrist-Trends in der Produktion zu identifizieren und Auffälligkeiten im Betrieb zu erkennen. Sie erlaubt eine neuartige, einfache und automatisierte Überwachung und Erkennung kritischer Produktionsparameter, insbesondere Ausbeute, Energie und Durchsatz/Maschinenlaufzeit, und ermöglicht eine automatisierte Anpassung des Betriebs während des Betriebs zur Optimierung dieser Parameter bzw. eine automatisierte Anpassung des Betriebs bei detektierten Auffälligkeiten oder Anomalien während des Betriebs. Wird das erfinderische System und Verfahren schliesslich beim initialen Einstellen angewendet, erlaubt es das eine schnelle und stabile Einstellung eines Mühlensystems basierend auf historischen, optimierten Parametersets.

[0011] In einer Ausführungsvariante sind mittels der prozess-typischen Chargen-Prozessparameter eines optimierten Chargen-Prozesses im Normbereich definierte Qualitätsparameter des Endproduktes und spezifische Mehlausbeute in Abhängigkeit vom den Ausgangsprodukten bestimmbar. Die definierten Qualitätsparameter können z.B. mindestens Partikelgrössenverteilung und/oder Stärkebeschädigung und/oder Proteinqualität und/oder Wassergehalt umfassen. Die überwachten Chargen-Prozessparameter können z.B. mindestens Ausbeute und/oder Energieaufnahme/-verbrauch und/oder Durchsatz/Maschinenlaufzeit umfassen.

[0012] In einer weiteren Ausführungsvariante werden während des Vermahlungsprozesses bei der Detektion von Anomalie kontinuierliche Langzeit-Veränderungen bei den überwachten Chargen-Prozessparametern von der Regel- und Steuerungsvorrichtung erfasst, wobei die definierte Abweichung der überwachten operativen Prozessparametern vom den generierten operativen Prozessparametern des neuen operativen Prozessrezeptes in Abhängigkeit der gemessenen kontinuierlichen Langzeit-Veränderungen bestimmt wird.

[0013] In einer anderen Ausführungsvariante werden die überwachten Chargen-Prozessparametern von einer Vielzahl von Regel- und Steuerungsvorrichtungen über ein Netzwerk an eine zentrale Überwachungseinheit übermittelt, wobei die Vielzahl von Regel- und Steuerungsvorrichtungen zentral überwacht und geregelt werden.

[0014] In einer wieder anderen Ausführungsvariante wird die definierte Abweichung der überwachten operativen Prozessparametern von den generierten operativen Prozessparametern des neuen operativen Prozessrezeptes in Abhängigkeit der natürlichen Schwankungen innerhalb definierbarer χ^2 -Standordabweichungen bestimmt.

[0015] An dieser Stelle soll festgehalten werden, dass sich die vorliegende Erfindung neben der erfindungsgemässen Vorrichtung (engl. apparatus) auch auf ein Ver-

fahren zur Realisierung der erfindungsgemässen Vorrichtung bezieht.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0016] Nachfolgend werden Ausführungsvarianten der vorliegenden Erfindung anhand von Beispielen beschrieben. Die Beispiele der Ausführungen werden durch folgende beigelegten Figuren illustriert:

Figur 1 illustriert schematisch eine Darstellung einer erfindungsgemässen Ausführungsvariante, bei welcher die Ströme von allen Walzenstühlen (B(2: 21,...,23)/C(3: 31,...,33)) betrachtet werden, unterteilt in B Passage (hier: Riffelwalzen 21,...,23) und C Passage (hier: Glattwalzen 31,...,33). Für jedes Rezept und Vorrichtungseinstellung/-charakteristiken ergibt sich ein typisches Pattern, das in Abhängigkeit vom Rohmaterial und den vorhergehenden Prozessschritten die Qualität 61 des Endproduktes bestimmt (wie z.B. Partikelgrössenverteilung 611, Stärkebeschädigung 612, Proteinqualität 613, Wassergehalt 614) sowie die spezifische Mehlausbeute 62. Das typische Pattern kann auch durch eine spezifische, typische Farbe dargestellt werden. Eine Veränderung des Patterns oder des Farbmusters der Ströme wird als Anomalie detektiert und ein entsprechendes elektronisches Signal zur Erzeugung einer Warnmeldung oder der Aktivierung weiterer Vorrichtungen oder Apparati erzeugt.

Figur 2 illustriert schematisch eine Darstellung eines typischen Patterns (Muster) des Stroms eines Walzwerkes (roller mill), d.h. einer typischen Signatur eines Rezeptes. Der Mittelwert des Stroms für ungefähr 6 Monate Betrieb für die 4 produzierten Rezepte.

Figur 3 zeigt schematisch eine Darstellung eines ähnlichen Musters für die Fluktuationen. Die Standard-Abweichung des Stroms für die gleiche Periode und die gleichen Rezepte.

Die Figuren 4 und 5 zeigen schematisch eine Darstellung von lang-zeit Trends der Signaturen. Die Pattern verändern sich über die Zeit wegen Abnutzung, saisonal oder anders bedingte Faktoren. Fig. 4/5 zeigen die Fluktuationen in den Monaten März (Fig. 4) und Juni (Fig. 5).

Figur 6/7 zeigen schematisch eine Darstellung von Ausreissern (Outliers/Batches) mit anormalem Verhalten, wobei solch anormales Verhalten basierend auf ihrer unterschiedlichen Signatur detektiert werden kann. Gute/Normale Batches können von einer selbst-lernenden/maschinen-lernenden Einheit oder Operatoren als "gut" gekennzeichnet werden, so dass die Definition des als "normal" zu erwartenden Verhaltens dynamisch wird und lang-zeit Trends

berücksichtigt werden können.

Figur 8-11 zeigen schematisch weitere Darstellungen der Detektion von Auffälligkeiten in Abhängigkeit von Prozessgrößen (Fig. 8-9), sowie deren Prozessanalytik (Fig. 10) und Rezeptübersicht (Fig. 11).

Figur 12 zeigt schematisch eine Mühlenanlage 1, bei welcher Sensordaten während des Prozesses z.B. alle 3 Minuten gemessen und erfasst werden. Insbesondere zeigt sie das Messen von Messparameter 51 des Eingangsproduktes 5, wie den Feuchtegehalts des Eingangsproduktes 5, sowie das Messen der Mehleigenschaften 61 und der Ausbeute 62 des Endproduktes 6.

[0017] Unter "Produkt" wird im Sinne der vorliegenden Erfindung ein Schuttgut oder eine Masse verstanden. Unter "Schuttgut" wird im Sinne der vorliegenden Erfindung ein pulver-, granulat- oder pelletförmiges Produkt verstanden, welches bei der Schuttgut verarbeitenden Industrie, d. h. bei der Verarbeitung von Getreide, Getreidevermahlungsprodukten und Getreideendprodukten der Müllerei (insbesondere Vermahlen von Weichweizen, Durum, Roggen, Mais und/oder Gerste) oder Spezialmüllerei (insbesondere Schalen und/oder Vermahlen von Soja, Buchweizen, Gerste, Dinkel, Hirse/Sorghum, Pseudocerealien und/oder Hülsenfrüchten), der Herstellung von Futter für Nutz- und Haustiere, Fische und Krustentiere, der Verarbeitung von Ölsaaten, der Verarbeitung von Biomasse und Herstellung von Energiepellets, industriellen Mälzerei und Schrotrei-Anlagen; der Verarbeitung von Kakaobohnen, Nüssen und Kaffeebohnen, der Herstellung von Düngemitteln, in der Pharmaindustrie oder in der Feststoffchemie Einsatz findet. Unter "Masse" wird im Sinne der vorliegenden Erfindung eine Lebensmittelmasse, wie etwa eine Schokoladenmasse oder eine Zuckermasse, oder eine Druckfarbe, eine Beschichtung, ein Elektronikmaterial oder eine Chemikalie, insbesondere eine Feinchemikalie verstanden. Unter "Verarbeitung eines Produktes" wird im Sinne der vorliegenden Erfindung Folgendes verstanden: (i) das Mahlen, Zerkleinern und/oder Flockieren von Schuttgut, insbesondere Getreide, Getreidevermahlungsprodukten und Getreideendprodukten der Müllerei oder Spezialmüllerei wie oben ausgeführt, wofür als Walzenpaarungen beispielsweise die weiter unten noch detaillierter beschriebenen Paarungen von Mahlwalzen oder Flockierwalzen eingesetzt werden können; (ii) die Verfeinerung von Massen, insbesondere von Lebensmittelmassen wie etwa Schokoladenmassen oder Zuckermassen, wofür beispielsweise Paarungen von Feinwalzen eingesetzt werden können; und (iii) das Nassmahlen und/oder Dispergieren, insbesondere von Druckfarben, Beschichtungen, Elektronikmaterialien oder Chemikalien, insbesondere Feinchemikalien.

[0018] Mahlwalzen im Sinne der vorliegenden Erfindung sind dafür ausgelegt, körniges Mahlgut zu vermahlen,

welches üblicherweise zwischen einer Mahlwalzenpaarung von zwei Mahlwalzen geführt wird. Mahlwalzen, insbesondere die Mahlwalzen der erfindungsgemässen Mahlwalzenpaarungen, verfügen üblicherweise über eine im Wesentlichen unelastische Oberfläche (insbesondere an ihrer Umfangsfläche), die zu diesem Zweck beispielsweise Metall enthalten kann oder daraus bestehen kann, wie etwa Stahl, insbesondere Edelstahl. Zwischen den Mahlwalzen der Mahlwalzenpaarung besteht üblicherweise ein relativ fester und häufig hydraulisch geregelter Mahlspace. In vielen Mahlanlagen wird das Mahlgut im Wesentlichen vertikal abwärts durch einen solchen Mahlspace geführt. Zudem wird das Mahlgut in vielen Mahlanlagen den Mahlwalzen einer Mahlwalzenpaarung mittels seiner Schwerkraft zugeführt, wobei diese Zuführung optional pneumatisch unterstützt werden kann. Das Mahlgut ist üblicherweise körnig und bewegt sich als Fluidstrom durch den Mahlspace. Durch diese Eigenschaften unterscheiden sich eine Mahlwalze und eine mindestens eine solche Mahlwalze enthaltende Mahlanlage beispielsweise von anderen in der Technik verwendeten Walzen, welche z.B. zum Transport von Papier verwendet werden.

[0019] Mindestens eine Walze, insbesondere zwei Walzen einer Mahlwalzenpaarung, einer Vermahlungsanlage können beispielsweise als Glattwalze oder als Riffelwalze oder als Walzenrundkörper mit aufgeschraubten Platten ausgebildet sein. Glattwalzen können zylindrisch oder bombiert sein. Riffelwalzen können verschiedene Riffelgeometrien, wie z.B. dachförmigen oder trapezförmigen Riffelgeometrien, aufweisen und/oder an der Umfangsfläche aufgesetzte Segmente aufweisen. Mindestens eine Walze, insbesondere beide Walzen der Mahlwalzenpaarung, insbesondere mindestens eine Mahlwalze, insbesondere beide Mahlwalzen der Mahlwalzenpaarung, kann bzw. können eine Länge im Bereich 500 mm bis 2000 mm und einen Durchmesser im Bereich von 250 mm bis 300 mm aufweisen. Die Umfangsfläche der Walze, insbesondere der Mahlwalze, ist bevorzugt unlösbar mit dem Walzenkörper verbunden und insbesondere einstückig damit ausgebildet. Dies erlaubt eine einfache Herstellung und eine zuverlässige und robuste Verarbeitung, insbesondere Vermahlung, des Produktes. Die Walzen können mit mindestens einem Sensor zur Erfassung von Messwerten ausgebildet sein, die einen Zustand mindestens einer der Walzen, insbesondere beider Walzen der Walzenpaarung charakterisieren. Insbesondere kann es sich dabei um einen Zustand einer Umfangsfläche mindestens einer der Walzen, insbesondere beider Walzen der Walzenpaarung handeln. Der Zustand kann beispielsweise eine Temperatur, ein Druck, eine Kraft (Kraftkomponente(n) in einer oder mehreren Richtungen), ein Verschleiss, eine Vibration, eine Deformation (Ausdehnung und/oder Auslenkung), eine Drehgeschwindigkeit, eine Drehbeschleunigung, eine Umgebungsfeuchtigkeit, eine Position oder eine Orientierung mindestens einer der Walzen, insbesondere beider Walzen der Walzenpaarung sein.

Die Sensoren können beispielsweise als MEMS-Sensor ausgebildet sein (MEMS: Micro-Electro-Mechanical System). Bevorzugt steht der Sensor in Datenverbindung mit mindestens einem Datensender, wobei der Datensender zur berührungslosen Übertragung der Messwerte des mindestens einen Sensors an einen Datenempfänger ausgebildet ist. Die Messwerte können mit Hilfe des mindestens einen Datensenders berührungslos an einen Datenempfänger übertragen werden, der nicht Bestandteil der Walze ist. Die Mahlanlage kann weitere Sensoren und Messeinheiten umfassen zum Erfassen von Prozess- oder Produkte- oder Betriebsparametern, insbesondere Messvorrichtungen zum Messen der Strom-/Leistungsaufnahmen einer oder mehrerer Walzen. Unter anderem können die Sensoren (i) mindestens ein Temperatursensor, bevorzugt aber mehrere Temperatursensoren zum Messen der Walzentemperatur oder eines Temperaturprofil entlang einer Walze; (ii) ein oder mehrere Drucksensoren; (iii) ein oder mehrere Kraftsensoren (zur Bestimmung der Kraftkomponente(n) in einer oder mehreren Richtungen); ein oder mehrere Verschleissensoren; (iv) ein oder mehrere Vibrationssensoren, insbesondere zum Ermitteln eines Wickelns, also einer Anhaftung des verarbeiteten Produktes an der Umfangsfläche der Walze, was Verarbeiten, insbesondere Vermahlen, an dieser Position behindert; (v) ein oder mehrere Deformationssensoren (zur Bestimmung einer Ausdehnung und/oder eines Auslenkwegs); (vi) ein oder mehrere Drehgeschwindigkeitssensoren, insbesondere zum Ermitteln eines Stillstandes der Walze; (vii) ein oder mehrere Drehbeschleunigungssensoren; (viii) ein oder mehrere Sensoren zum Ermitteln einer Umgebungsfeuchtigkeit, der bevorzugt an einer Stirnseite der Walze angeordnet ist; (ix) ein oder mehrere gyroskopischer Sensoren zum Ermitteln der Position und/oder der Orientierung der Walze, insbesondere zum Ermitteln der von der Position und/oder der Orientierung abhängigen Breite eines Spaltes zwischen den beiden Walzen der Walzenpaarung sowie der Parallelität der Walzen; und/oder (x) ein oder mehrere Sensoren zum Ermitteln der Breite eines Spaltes zwischen den beiden Walzen der Walzenpaarung, insbesondere eines Mahlspaltes zwischen den beiden Mahlwalzen der Mahlwalzenpaarung, beispielsweise ein in einer Stirnseite der Walze angeordneter Sensors, insbesondere ein MEMS-Sensor. Beliebige Kombinationen davon sind ebenfalls möglich. Beispielsweise kann eine Walze mehrere Temperatursensoren und Deformationssensoren enthalten. Zudem ist es möglich und liegt im Rahmen der Erfindung, dass alle Sensoren vom gleichen Typ sind, also beispielsweise als Messeinheiten zum Messen der Leistungsaufnahme einer oder mehrerer Walzen ausgebildet sind.

[0020] Unter einem Verschleiss wird dabei hier und im Folgenden die mechanische Abnutzung der Umfangsfläche der Walze, insbesondere der Mahlwalze, verstanden. Ein solcher Verschleiss kann im Stand der Technik beispielsweise über eine Widerstandsänderung bestimmt werden, die durch einen Materialabtrag an der

Umfangsfläche entsteht. Alternativ oder zusätzlich kann ein Verschleiss über einen veränderten Druck und/oder über eine veränderte Weglänge und/oder über eine veränderte elektrische Kapazität bestimmt werden. Wenn eine Einheit nur einen einzigen Datensender enthält, so kann diese Einheit mindestens einen Multiplexer umfassen, der zur abwechselnden Übermittlung der von den Sensoren erfassten Messwerte an den Datensender angeordnet und ausgebildet ist. Die berührungslose Übertragung kann beispielsweise durch Infrarotstrahlung, durch Lichtpulse, durch Radiofrequenzsignale, durch induktive Kopplung oder durch eine beliebige Kombination davon erfolgen. Die berührungslose Übertragung der Messwerte umfasst hier und im Folgenden stets auch die Übertragung von Daten, welche durch eine entsprechende Verarbeitung der Messwerte gewonnen werden und die somit auf den Messwerten beruhen. Beispielsweise kann eine Einheit mit Sensoren mindestens einen Signalwandler, insbesondere mindestens einen A/D-Wandler, zur Umwandlung der von dem mindestens einen Sensor erfassten Messwerte enthalten. Jedem Sensor kann mindestens ein Signalwandler zugeordnet sein, der die von diesem Sensor erfassten Messwerte umwandelt. Anschliessend können die umgewandelten Signale einem wie bereits oben beschriebenen Multiplexer zugeführt werden. Handelt es sich bei den Signalwandlern um einen A/D-Wandler, so kann der Multiplexer ein digitaler Multiplexer sein. In einer zweiten möglichen Variante kann der Signalwandler auch zwischen einem wie oben beschriebenen Multiplexer und dem Datensender angeordnet sein. In diesem Falle kann der Multiplexer ein analoger Multiplexer sein. Eine Einheit mit Sensoren kann mindestens eine Leiterplatte (insbesondere eine MEMS-Leiterplatte) umfassen, auf welcher einer oder mehrere ihrer Sensoren und/oder mindestens ein Multiplexer und/oder mindestens ein Signalwandler und/oder der mindestens eine Datensender und/oder mindestens ein Energieempfänger und/oder mindestens ein Energieerzeuger angeordnet sind. Die Leiterplatte kann Messleitungen enthalten, über die die Sensoren mit dem Multiplexer verbunden sind. Eine solche Leiterplatte hat den Vorteil, dass die genannten Bauteile hierauf sehr kompakt angeordnet werden können und dass die Leiterplatte als separate Baugruppe gefertigt und zumindest in einigen Ausführungsbeispielen bei Bedarf wieder ausgetauscht werden kann. Alternativ zu einer Leiterplatte können die Sensoren aber auch über einen Kabelbaum mit dem Datensender und/oder dem Multiplexer verbunden sein. Eine oder mehrere der Walzen der Vermahlungsanlage können mindestens einen Datenspeicher enthalten, insbesondere einen RFID-Chip. In diesem Datenspeicher kann beispielsweise eine insbesondere individuelle Identifikation der Walze gespeichert oder speicherbar sein. Alternativ oder zusätzlich kann im Datenspeicher mindestens eine Eigenschaft der Walze gespeichert oder speicherbar sein, wie etwa mindestens eine ihrer Dimensionen und/oder ihre Bombierung. Die im Datenspeicher gespeicherten Daten werden bevor-

zugt ebenfalls berührungslos übertragen. Hierzu kann die Walze einen Datensender aufweisen. Dabei ist es denkbar, dass die Daten des Datenspeichers mittels des gleichen Datensenders übertragen werden, mittels dem erfindungsgemäss die Messwerte des mindestens einen Sensors übertragen werden. Messvorrichtungen mit Sensoren können auch einen darin integrierten Datenprozessor enthalten, insbesondere einen Mikroprozessor, einen FPGA, einen PLC-Prozessor oder einen RISC-Prozessor. Dieser Datenprozessor kann beispielsweise die von dem mindestens einen Sensor erfassten Messwerte weiterverarbeiten und dann optional an den Datensender übertragen. Insbesondere kann der Datenprozessor die Funktion des oben beschriebenen Multiplexers und/oder des oben beschriebenen Signalwandlers ganz oder teilweise übernehmen. Der Mikroprozessor kann Bestandteil der ebenfalls oben beschriebenen Leiterplatte sein. Der Mikroprozessor kann alternativ oder zusätzlich auch mindestens eine der folgenden Funktionen übernehmen: Kommunikation mit mindestens einem Datenbussystem (insbesondere Verwaltung von IP-Adressen); Leiterplattenspeicherverwaltung; Steuerung von insbesondere wie unten beschriebenen Energiemanagementsystemen; Verwaltung und/oder Speicherung von Identifikationsmerkmalen der Walze(n), wie beispielsweise geometrischen Daten und Walzengeschichte; Verwaltung von Schnittstellenprotokollen; drahtlose Funktionalitäten. Ferner kann die Messeinrichtung, insbesondere die Leiterplatte, über ein Energiemanagementsystem verfügen, welches eine, mehrere oder sämtliche der folgenden Funktionen durchführen kann: (i) regelmässige, insbesondere periodische, Übertragung der Messwerte vom Datensender; (ii) Übertragung der Messwerte vom Datensender nur bei Vorliegen einer vorgegebenen Bedingung, insbesondere bei Erfüllung eines weiter unten noch beschriebenen Warnkriteriums; (iii) regelmässige, insbesondere periodische Ladung und Entladung eines Kondensators oder eines Energiespeichers. Eine Vermahlungs-/Produktverarbeitungsanlage für die Verarbeitung eines Produktes, insbesondere die Mahlanlage für das Vermahlen von Mahlgut, enthält mindestens eine Walze oder Walzenpaarung, insbesondere eine Mahlwalzenpaarung. Zwischen den Walzen der Walzenpaarung ist ein Spalt gebildet. Insbesondere ist zwischen den Mahlwalzen einer Mahlwalzenpaarung ein Mahlspace gebildet. Insbesondere beim Vermahlen von Mahlgut kann das Mahlgut im Wesentlichen vertikal abwärts durch einen solchen Mahlspace geführt werden. Zudem wird insbesondere beim Vermahlen von Mahlgut dieses Mahlgut den Mahlwalzen bevorzugt mittels seiner Schwerkraft zugeführt, wobei dies optional pneumatisch unterstützt werden kann. Das Produkt, insbesondere das Schuttgut, insbesondere das Mahlgut, kann körnig sein und sich als Fluidstrom durch den Mahlspace bewegen. Insbesondere bei der Verfeinerung von Massen wie etwa Schokoladenmassen oder Zuckermassen, kann diese Masse alternativ auch von unten nach oben durch den zwischen den Walzen gebil-

deten Spalt geführt.

[0021] Die Erfindung betrifft z.B. Produktverarbeitungsanlagen, insbesondere Mahlanlagen für das Vermahlen von Mahlgut. Die Produktverarbeitungsanlage enthält mindestens eine Walze oder Walzenpaarung. Zusätzlich kann die Produktverarbeitungsanlage mindestens einen insbesondere ruhenden Datenempfänger zum Empfangen der vom Datensender mindestens einer der Walzen oder Walzenpaarungen übertragenen Messwerte aufweisen. Bei der Mahlanlage kann es sich beispielsweise um einen einzelnen Walzenstuhl einer Getreidemühle oder auch um eine ganze Getreidemühle mit mindestens einem Walzenstuhl handeln, wobei mindestens ein Walzenstuhl mindestens eine wie oben beschriebene Mahlwalze enthält. Die Produktverarbeitungsanlage kann aber auch ausgebildet sein als (i) ein Flockierwalzwerk für das Flockieren von Schuttgut, insbesondere Getreide, Getreidevermahlungsprodukten und Getreideendprodukten der Mülerei oder Spezialmülerei wie oben ausgeführt, (ii) eine Walzenmühle oder ein Walzwerk für die Herstellung von Schokolade, insbesondere ein Vorwalzwerk mit beispielsweise zwei oder fünf Walzen, insbesondere zwei oder fünf Feinwalzen, oder ein End-Feinwalzwerk, (iii) ein Walzwerk für das Nassmahlen und/oder Dispergieren, beispielsweise von Druckfarben, Beschichtungen, Elektronikmaterialien oder Chemikalien, insbesondere Feinchemikalien, insbesondere ein Dreiwalzwerk. Die Erfindung betrifft insbesondere ein Verfahren zum Betreiben einer wie oben beschriebenen Produktverarbeitungsanlage, insbesondere einer oben beschriebenen wie Mahlanlage. Das Verfahren umfasst einen Schritt, in dem mit dem Datenempfänger der Produktverarbeitungsanlage von einem Datensender mindestens einer der Walzen oder Walzenpaarung übertragene Messwerte empfangen werden. Die somit empfangenen Daten werden anschliessend weiterverarbeitet. Zu diesem Zweck können sie einer Steuereinheit der Produktverarbeitungsanlage, insbesondere der Mahlanlage, zugeführt werden, von wo aus sie noch weiter an ein optionales übergeordnetes Leitsystem weitergegeben werden können. Mit Hilfe der Steuereinheit und/oder des Leitsystems kann die gesamte Produktverarbeitungsanlage, insbesondere die gesamte Mahlanlage, oder ein Teil davon gesteuert und/oder geregelt werden.

[0022] Von der Steuereinheit kann z.B. eine Warnmeldung ausgegeben oder ein elektrisches Alarmsignal erzeugt werden, falls ein vorgegebenes Warnkriterium erfüllt ist. Das Warnkriterium kann beispielsweise darin bestehen, dass der Messwert mindestens eines der Sensoren einen für diesen Sensor vorgegebenen Grenzwert überschreitet. In einer anderen Variante kann das Warnkriterium darin bestehen, dass die Differenz zwischen dem grössten Messwert und dem kleinsten Messwert, die von einer vorgegebenen Menge von Sensoren gemessen werden, einen vorgegebenen Grenzwert übersteigt. Falls das Warnkriterium erfüllt ist, kann ein Warnsignal ausgegeben werden (beispielsweise optisch

und/oder akustisch) und/oder die Produktverarbeitungsanlage kann zum Stillstand gebracht werden (beispielsweise durch die Steuereinheit). Ausserdem kann die Steuereinheit die von dem mindestens einen Sensor erfassten Messwerte oder daraus gewonnene Daten visualisieren. Die Produktverarbeitungsanlage kann produktstrom-abwärts von einer Walzenpaarung eine Vorrichtung zur Messung von Partikelgrößen und deren Verteilungen enthalten. Hierdurch kann die Messung der Partikelgrößen und deren Verteilungen beispielsweise mit einer Messung des Verschleisszustandes und/oder des Walzenanpressdrucks kombiniert werden. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn die Walze, insbesondere die Mahlwalze, eine Riffelwalze ist. Alternativ oder zusätzlich kann produktstrom-abwärts von einer Walze, insbesondere einer Mahlwalze, auch eine Vorrichtung zur NIR-Messung des Produktstromes, insbesondere des Mahlgutstromes, angeordnet sein. Dies ist besonders dann vorteilhaft, wenn es sich bei Walzen, insbesondere den Mahlwalzen, um Glatthalzen handelt. Beide Varianten ermöglichen aufgrund der Erkennung des Verschleisszustandes eine frühzeitige Planung der Wartung.

[0023] Mit der erfindungsgemässen Produktverarbeitungsanlage ist es möglich, objektiv die Leistungsaufnahme von Mahlwalzen (einzeln oder als Paarung) kontinuierlich während des Mahlvorganges beispielsweise einer Produktcharge zu überwachen. Dabei können weitere Parameter gemessen und überwacht werden. Zum Beispiel kann in die Überwachung zusätzlich die Walzentemperatur oder die Innenraumtemperatur des Gehäuses des Walzenstuhles und/ oder die Raumtemperatur, also die Außentemperatur eingehen, da diese Temperaturwerte Einflüsse auf die Temperatur der Mahlwalzen haben etc. Je höher der Anpressdruck ist, umso größer ist der Energiebedarf, also der Kilowatt-Verbrauch. Bei einem höheren Anpressdruck wird mehr Zerkleinerungsenergie erzeugt, welche zum Teil als Wärme an das zu zerkleinernde Produkt und auch an das Walzenmaterial abgegeben wird. Das bedeutet, dass sich auch die Temperatur im Innenraum des Walzenstuhles oder einer ähnlichen Maschine erhöht. Ist der Produktschleier gleichmäßig, kann man mit Hilfe der Temperatur, die sich auf der Oberfläche der Walze einstellt und mit Temperaturfühlern erfasst wird, die Mahlarbeit optimieren, indem man eine dem zu bearbeitenden Produkt zugeordnete optimale Temperatur mit Hilfe des Anpressdruckes und/oder der Mahlpaltverstellung verändert. Diese Veränderung kann sowohl manuell als auch vollautomatisch mit Hilfe eines Computers und/oder einer Steuerung, beispielsweise einer SPS-Steuerung (Selbst Programmierbare Steuerung) oder auch PLC-Steuerung (Programable Logic Control) (Regelvorrichtung), erfolgen. Die weiteren überwachten Parameter können als notwendig einzuhaltende Randbedingungen zugeordnet physikalische, technologische oder prozessbedingte Grenzen vorgegeben. Die zusätzliche Überwachung derartiger Randbedingungen kann zu einer Verbesse-

rung des Regelungsverhaltens und zu einer besseren Produktqualität der Endprodukte führen.

[0024] Erfindungsgemäss wird die Vermahlungsanlage 1 durch eine intelligente, selbst-adaptive Regel- und Steuerungsvorrichtung 4 mit selbst-optimierter Steuerung der Mühlenanlage 1 und der Vermahlungslinie eines Walzensystems der Mühlenanlage 1 geregelt. Die Vermahlungslinie umfasst eine Mehrzahl von Verarbeitungseinheiten 2(B)/3(C), welche basierend auf operativen Prozessparametern 411,...,411x jeweils einzeln mittels der Regel- und Steuerungsvorrichtung 4 ansteuerbar und im ihrem Betrieb einzeln regelbar sind. Mittels eines operativen Prozessrezept 411 ist eine Chargen-Steuerung mit einer definierten Verarbeitungsfolge in den Verarbeitungseinheiten 2(B)/3(C) regelbar, wobei mittels des operativen Prozessrezept 411 aus einem oder mehreren Ausgangsstoffen 5 mit den Messparameter 51 eine definierte Menge eines Endproduktes 6 mit den Messparametern 61 (611,...,61x) und der Ausbeute 62 erzeugt wird. Die Verarbeitungseinheiten 2(B)/3(C) werden basierend auf spezifisch, dem operativen Prozessrezept zugeordneten operativen Chargen-Prozessparametern gesteuert. Die Regel- und Steuerungsvorrichtung 4 umfasst ein Pattern-Recognition-Module zum Erkennen von operativen Prozessrezepten 41 mit multi-dimensionalen Chargen-Prozessparameter-Pattern 411,...,411x, wobei ein operatives Prozessrezept 41 mindestens ein oder mehrere Ausgangsstoffe 5, eine definierte Abfolge eines Vermahlungsprozesses innerhalb der Verarbeitungseinheiten 2(B)/3(C) der Vermahlungslinie, und operative Chargen-Prozessparameter 411,...,411x zu den jeweiligen Verarbeitungseinheiten der Vermahlungslinie zugeordnet abgespeichert umfasst. Die Regel- und Steuerungsvorrichtung 4 umfasst eine Speichervorrichtung 43 zum Speichern historischer operativen Prozessrezepten 431 mit historischen Chargen-Prozessparameter 4311,...,431x, wobei die historischen Chargen-Prozessparameter 4311,...,431x eines Prozessrezeptes 431 jeweils ein prozess-typisches, multi-dimensionales Chargen-Prozessparameter-Pattern 4321,...,432x eines optimierten Chargen-Prozesses im Normbereich definieren.

[0025] Bei Eingabe von Endprodukteparameter und/oder Eingangsprodukteparameter eines neuen operativen Prozessrezeptes 411 werden mittels Pattern-Recognition des Pattern-Recognition-Modules eines oder mehrere der abgespeicherten historischen operativen Prozessrezepten 432 basierend auf den zugeordneten multi-dimensionalen Chargen-Prozessparameter-Pattern 4321,...,432x als nächstliegende Chargen-Prozessparameter-Pattern 432i getriggert und/oder selektiert. Das Pattern-Recognition-Modul kann insbesondere eine maschinen-basierte neuronale Netzstruktur umfassen. Die Identifizierung und Recognition der Pattern findet dann z.B. im Rahmen des Netztrainings statt. Ein auf einem neuronalen Netz basierendes Training kann z.B. nur beruhend auf historischen Pattern 432 aufgebaut sein. Die Regelung der Regelungsparameter 411 des

Mühlensystems 1 kann auf Basis der aktualisierten neuronalen Netzstruktur und insbesondere auf mindestens eine vorgebbare Zielgröße ausgerichtete Optimierung erfolgen. Mittels der Regel- und Steuerungsvorrichtung 4 werden basierend auf den getriggerten nächstliegende Chargen-Prozessparameter-Pattern 432i neue Chargen-Prozessparameter-Pattern mit neuen Chargen-Prozessparameter 4111,...,411x für das eingegebene neue operative Prozessrezept 411 generiert, wobei die Verarbeitungseinheiten 2(B)/3(C) basierend auf den generierten operativen Prozessrezepten mit den zugeordneten Chargen-Prozessparameter mittels der Regel- und Steuerungsvorrichtung 4 entsprechend angesteuert und geregelt werden. Während des Vermahlungsprozesses des neuen operativen Prozessrezeptes 411 werden die operativen Prozessparameter mittels der Regel- und Steuerungsvorrichtung 4 kontinuierlich überwacht, wobei bei der Detektion einer Anomalie als definierte Abweichung der überwachten operativen Prozessparameter 4111,...,411x vom den bestimmten operativen Prozessparametern 4111,...,411 x des neuen operativen Prozessrezeptes 411 ein Warnsignal auf eine Alarmeinheit übertragen wird. Die Chargen-Prozessparameter können z.B. mindestens die Ströme eines oder mehrerer Walzenstühle 2(B)/3(C) der Mühlenanlage 1 umfassen. Die ein oder mehreren Walzenstühle können z.B. mindestens Riffelwalzen (B Passage) und/oder Glattwalzen (C Passage) umfassen. Die Chargen-Prozessparameter können z.B. mindestens die Ströme aller Walzenstühle 2(B)/3(C) der Mühlenanlage 1 umfassen. Mittels der prozess-typischen Chargen-Prozessparameter eines optimierten Chargen-Prozesses im Normbereich können z.B. definierte Qualitätsparameter 61 (611,...,61x) des Endproduktes 6 und spezifische Mehlausbeute 62 in Abhängigkeit vom den Ausgangsprodukten 5 und/oder dessen Messparameter 51 bestimmt werden. Die definierten Qualitätsparameter 61 können z.B. mindestens Partikelgrößenverteilung 611 und/oder Stärkebeschädigung 612 und/oder Proteinqualität 613 und/oder Wassergehalt 614 umfassen. Die überwachten Chargen-Prozessparametern 4111,...,411x können z.B. mindestens Ausbeute 62 und/oder Energieaufnahme/-verbrauch und/oder Durchsatz/Maschinenlaufzeit umfassen. Während des Vermahlungsprozesses können z.B. bei der Detektion von Anomalie kontinuierliche Langzeit-Veränderungen bei den überwachten Chargen-Prozessparametern von der Regel- und Steuerungsvorrichtung erfasst werden, wobei die definierte Abweichung der überwachten operativen Prozessparametern vom den generierten operativen Prozessparametern des neuen operativen Prozessrezeptes in Abhängigkeit der gemessenen kontinuierlichen Langzeit-Veränderungen bestimmt wird. Die überwachten Chargen-Prozessparametern können z.B. von einer Vielzahl von erfindungsgemässen Regel- und Steuerungsvorrichtungen 4 über ein Netzwerk an eine zentrale Überwachungseinheit übermittelt werden, wobei die Vielzahl von Regel- und Steuerungsvorrichtungen 4 zentral überwacht und geregelt werden. U.a. hat die

Erfindung den Vorteil, dass sie auf eine technisch neue Art die Identifikation von langfrist-Trends in der Produktion, das automatisierte Erkennen von Auffälligkeiten, die automatisierte 24/7 (Fern) Überwachung und Erkennung der Produktionsparameter für (i) Ausbeute, (ii) Energie, und (iii) Durchsatz / Maschinenlaufzeit etc. erlaubt.

[0026] In einer Ausführungsvariante können die Ströme aller Walzenstühle 2(B)/3(C) betrachtet werden, z.B. unterteilt in B Passage (Riffelwalzen) und C Passage (Glattwalzen). Für jedes Rezept ergibt sich ein typisches Pattern 421, das in Abhängigkeit vom Rohmaterial 5 und den vorhergehenden Prozessschritten die Qualität 61 des Endproduktes 6 bestimmt (Partikelgrößenverteilung 611, Stärkebeschädigung 612, Proteinqualität 613, Wassergehalt 614) sowie die spezifische Mehlausbeute 62. Eine Veränderung des Patterns 421 der Ströme wird als Anomalie vom System 4 automatisch detektiert und eine Warnmeldung erzeugt.

Referenzliste

[0027]

- 1 Mühlenanlage
- 2 Verarbeitungseinheiten (B)
 - 21,...,23 Riffelwalzen
- 3 Verarbeitungseinheiten (C)
 - 31,...,33 Glattwalzen
- 4 Regel- und Steuerungsvorrichtung
 - 41 Input Parameter
 - 411 Operatives Prozessrezept
 - 4111,...,411x Operative Prozessparameter
 - 421 Pattern
 - 4121,...,412x Chargen(Batch)-Parameter-Pattern
 - 42 Pattern-Recognition-Module
 - 43 Speichervorrichtung
 - 431 Historische operative Prozessrezepte
 - 4311,...,431x Historische operative Prozessparameter
 - 431i Getriggerte nächstliegende Prozessparameter
 - 432 Historische Pattern
 - 4321,...,432x Chargen-Parameter-Pattern
 - 432i Getriggertes nächstliegendes Pattern

5 Eingangsprodukte

51 Messparameter Eingangsstoffe

6 Endprodukte

61 Messparameter Endprodukte

611 Partikelgrößenverteilung

612 Stärkebeschädigung

613 Proteinqualität

614 Wassergehalt

62 Spezifische Ausbeute

Patentansprüche

1. Selbst-adaptives Regel- und Steuerungsverfahren für eine Regel- und Steuerungsvorrichtung (4) zur selbst-optimierten Steuerung einer Mühlenanlage (1) und einer Vermahlungslinie eines Walzensystems der Mühlenanlage (1), wobei die Vermahlungslinie eine Mehrzahl von Verarbeitungseinheiten (2(B)/3(C)) umfasst, welche basierend auf operativen Prozessparametern (411,...,411x) jeweils einzeln mittels der Regel- und Steuerungsvorrichtung (4) ansteuerbar und in ihrem Betrieb einzeln regelbar sind, wobei mittels einem operativen Prozessrezept (41/411) eine Chargen-Steuerung mit einer definierten Verarbeitungsfolge in den Verarbeitungseinheiten (2(B)/3(C)) regelbar ist, wobei mittels dem operativen Prozessrezept (411) aus einem oder mehreren Eingangsstoffen (5) eine definierte Menge eines Endproduktes (6) erzeugbar ist, und wobei die Verarbeitungseinheiten (21,...,23/31,...,33) basierend auf spezifisch, dem operativen Prozessrezept (41) zugeordneten operativen Chargen-Parametern (411,...,411x) gesteuert werden, **dadurch gekennzeichnet**,

dass die Regel- und Steuerungsvorrichtung (4) ein Pattern-Recognition-Module zum Erkennen von operativen Prozessrezepten (411) mit multi-dimensionalen Chargen-Parameter-Pattern (4121,...,412x) umfasst, wobei ein operatives Prozessrezept (411) mindestens ein oder mehrere Eingangsprodukteparameter (51) und/oder Endprodukteparameter (61), eine definierte Abfolge eines Vermahlungsprozesses innerhalb der Verarbeitungseinheiten (2/3) der Vermahlungslinie, und operative Prozessparameter (4121,...,412x) zu den jeweiligen Verarbeitungseinheiten (21,...,23/31,...,33) der Vermahlungslinie zugeordnet abgespeichert umfasst, **dass** die Regel- und Steuerungsvorrichtung (4) eine Speichervorrichtung (43) zum Speichern historischer operativen Prozessrezepten (431)

mit historischen Chargen-Prozessparameter (4311,...,431x) umfasst, wobei die historischen Chargen-Prozessparameter (4311,...,431x) eines Prozessrezeptes (431) jeweils ein prozesstypisches, multi-dimensionales Chargen-Prozessparameter-Pattern (4321,...,432x) eines optimierten Chargen-Prozesses im Normbereich definieren,

dass bei Eingabe von Endprodukteparametern (61) und/oder Eingangsprodukteparametern (51) eines neuen operativen Prozessrezeptes (41) mittels Pattern-Recognition des Pattern-Recognition-Modules (42) eines oder mehrere der abgespeicherten historischen operativen Prozessrezepten (431) basierend auf den zugeordneten multi-dimensionalen Chargen-Parameter-Pattern (4321,...,432x) als einem neuen Chargen-Parameter-Pattern (4121,...,412x) nächstliegende Chargen-Prozessparameter-Pattern (432i) getriggert und/oder selektiert werden,

dass mittels der Regel- und Steuerungsvorrichtung (4) basierend auf den getriggerten nächstliegenden Chargen-Prozessparameter-Pattern (432i) neue operative Prozessparameter (411,...,411x) für das eingegebene neue operative Prozessrezept (41) generiert werden, wobei die Verarbeitungseinheiten basierend auf dem generierten operativen Prozessrezept (41) mit den zugeordneten neuen operativen Prozessparametern (411,...,411x) mittels der Regel- und Steuerungsvorrichtung (4) entsprechend angesteuert und geregelt werden, und **dass** während des Vermahlungsprozesses des neuen operativen Prozessrezeptes (41) die operativen Prozessparameter (411,...,411x) mittels der Regel- und Steuerungsvorrichtung (4) kontinuierlich überwachbar sind, wobei bei der Detektion einer Anomalie als definierte Abweichung der überwachten operativen Prozessparameter vom den bestimmten operativen Prozessparametern (411,...,411x) des neuen operativen Prozessrezeptes (41) ein Warnsignal auf eine Alarmeinheit übertragen wird.

2. Regel- und Steuerungsverfahren zur selbst-optimierten Steuerung einer Mühlenanlage (1) und einer Vermahlungslinie eines Walzensystems einer Mühle (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die operative Prozessparameter (411,...,411x) mindestens Messparameter betreffend der Ströme und/oder Leistungsaufnahme eines oder mehrerer Walzenstühle der Mühlenanlage (1) und/oder Ausbeute und/oder Durchsatz/Maschinenlaufzeit umfasst.
3. Regel- und Steuerungsverfahren zur selbst-optimierten Steuerung einer Mühlenanlage (1) und einer

Vermahlungslinie eines Walzensystems einer Mühle nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ein oder mehreren Walzenstühle (21,...,23/31,...,33) mindestens Riffelwalzen (B Passage/21,...,23) und/oder Glattwalzen (C Passage/31,...,33) umfassen.

4. Regel- und Steuerungsverfahren zur selbst-optimierten Steuerung einer Mühlenanlage (1) und einer Vermahlungslinie eines Walzensystems einer Mühle (1) nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die operativen Prozessparameter (4111,...,411x) mindestens Messparameter betreffend der Ströme und/oder Leistungsaufnahme aller Walzenstühle der Mühlenanlage (1) umfasst.
5. Regel- und Steuerungsverfahren zur selbst-optimierten Steuerung einer Mühlenanlage (1) und einer Vermahlungslinie eines Walzensystems einer Mühle (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels der prozess-typischen operativen Prozessparameter (4111,...,411x) eines optimierten Chargen-Prozesses im Normbereich definierte Qualitätsparameter des Endproduktes (6) und spezifische Mehlausbeute in Abhängigkeit vom den Eingangsprodukten (5) bestimmbar sind.
6. Regel- und Steuerungsverfahren zur selbst-optimierten Steuerung einer Mühlenanlage (1) und einer Vermahlungslinie eines Walzensystems einer Mühle (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die definierten Qualitätsparameter (61) mindestens Partikelgrößenverteilung (611) und/oder Stärkebeschädigung (612) und/oder Proteinqualität (613) und/oder Wassergehalt (614) umfassen.
7. Regel- und Steuerungsverfahren zur selbst-optimierten Steuerung einer Mühlenanlage (1) und einer Vermahlungslinie eines Walzensystems einer Mühle (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die überwachten operativen Prozessparameter (4111,...,411x) mindestens Ausbeute (62) und/oder Energieaufnahme/-verbrauch und/oder Durchsatz/Maschinenlaufzeit umfassen.
8. Regel- und Steuerungsverfahren zur selbst-optimierten Steuerung einer Mühlenanlage (1) und einer Vermahlungslinie eines Walzensystems einer Mühle (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Vermahlungsprozesses bei der Detektion von Anomalie kontinuierliche Langzeit-Veränderungen bei den überwachten operativen Prozessparameter (4111,...,411x) von der Regel- und Steuerungsvorrichtung (4) erfasst werden, wobei die definierte Abweichung der überwachten operativen Prozessparameter (4111,...,411x) vom den generierten operativen Pro-

zessparametern (4111,...,411x) des neuen operativen Prozessrezeptes (41) in Abhängigkeit der gemessenen kontinuierlichen Langzeit-Veränderungen bestimmt wird.

9. Regel- und Steuerungsverfahren zur selbst-optimierten Steuerung einer Mühlenanlage (1) und einer Vermahlungslinie eines Walzensystems einer Mühle (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die überwachten operativen Prozessparametern (4111,...,411x) von einer Vielzahl von Regel- und Steuerungsvorrichtungen (4) über ein Netzwerk an eine zentrale Überwachungseinheit übermittelt werden, wobei die Vielzahl von Regel- und Steuerungsvorrichtungen (4) zentral überwacht und geregelt werden.
10. Regel- und Steuerungsverfahren zur selbst-optimierten Steuerung einer Mühlenanlage (1) und einer Vermahlungslinie eines Walzensystems einer Mühle (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die definierte Abweichung der überwachten operativen Prozessparameter (4111,...,411x) vom den generierten operativen Prozessparametern (4111,...,411x) des neuen operativen Prozessrezeptes (41) in Abhängigkeit der natürlichen Schwankungen innerhalb definierbarer χ^2 -Standardabweichungen bestimmt wird.
11. Selbst-adaptive Regel- und Steuerungsvorrichtung (4) zur automatisierten Steuerung und Selbst-Optimierung einer Mühlenanlage (1) oder einer Vermahlungslinie eines Walzensystems, wobei die Vermahlungslinie eine Mehrzahl von Verarbeitungseinheiten (2(B)/3(C)) umfasst, welche basierend auf operativen Prozessparametern (41) jeweils einzeln mittels der Regel- und Steuerungsvorrichtung (4) ansteuerbar und im ihrem Betrieb einzeln regelbar sind, wobei mittels einer Chargen-Steuerung eine definierte Menge eines Endproduktes (6), welche aus einem oder mehreren Eingangsprodukten (5) nach einer definierten Reihenfolge der Verarbeitungseinheiten (2(B)/3(C)) basierend auf spezifisch zugeordneten operativen Prozessparametern (4111,...,411x) erzeugbar ist, **dadurch gekennzeichnet,**

dass die Regel- und Steuerungsvorrichtung (4) ein Pattern-Recognition-Module zum Erkennen von operativen Prozessrezepten (41) umfassend multi-dimensionalen Chargen-Parameter-Pattern (4121,...,412x) umfasst, wobei ein operatives Prozessrezept (41) mindestens ein oder mehrere Eingangsprodukteparameter (51) und/oder Endprodukteparameter (61), eine definierte Abfolge eines Vermahlungsprozesses innerhalb der Verarbeitungseinheiten (2/3) der Vermahlungslinie, und operative Prozesspara-

meter (4121,...,412x) zu den jeweiligen Verarbeitungseinheiten (21,...,23/31,...,33) der Vermahlungslinie zugeordnet abgespeichert umfasst,

dass die Regel- und Steuerungsvorrichtung (4) eine Speichervorrichtung (43) zum Speichern historischer operativen Prozessrezepten (431) mit historischen operativen Prozessparametern (4311,...,431x) umfasst, wobei die historischen operativen Prozessparametern (4311,...,431x) eines operativen Prozessrezeptes (41) jeweils ein prozess-typisches, multi-dimensionales Chargen-Parameter-Pattern (4321,...,432x) eines optimierten Chargen-Prozesses im Normbereich definieren,

dass bei Eingabe von Endprodukteparametern (61) und/oder Eingangsprodukteparametern (51) eines neuen operativen Prozessrezeptes (41) mittels Pattern-Recognition des Pattern-Recognition-Modules eines oder mehrere der abgespeicherten historischen operativen Prozessrezepten (431) basierend auf den zugeordneten multi-dimensionalen Chargen-Parameter-Pattern (4321,...,432x) als einem neuen Chargen-Parameter-Pattern (4121,...,412x) nächstliegende Chargen-Parameter-Pattern (432i) selektierbar und/oder triggerbar ist,

dass mittels der Regel- und Steuerungsvorrichtung (4) basierend auf den getriggerten nächstliegenden Chargen-Parameter-Pattern (432i) neue operative Prozessparameter (4111,...,411x) für das eingegebene neue operative Prozessrezept (41) bestimmbar sind, wobei die Verarbeitungseinheiten (2/3) basierend auf dem bestimmten operativen Prozessrezept (41) und den operativen Prozessparametern (432i) mittels der Regel- und Steuerungsvorrichtung (4) entsprechend angesteuert und geregelt werden, und

dass während des Vermahlungsprozesses die operativen Prozessparameter mittels der Regel- und Steuerungsvorrichtung (4111,...,411x) kontinuierlich überwachbar sind, wobei bei der Detektion einer Anomalie als definierte Abweichung der überwachten operativen Prozessparametern (4111,...,411x) von den bestimmten operativen Prozessparametern (4111,...,411x) des neuen operativen Prozessrezeptes (41) ein Warnsignal auf eine Alarmeinheit übertragen wird.

Claims

1. Self-adaptive regulating and control method for a regulating and control device (4) for controlling a milling system (1) and a grinding line of a roller system of the milling system (1) in a self-optimising manner,

wherein the grinding line comprises a plurality of processing units (2(B)/3(C)), which can be respectively individually controlled by means of the regulating and control device (4) based on operative process parameters (4111,..., 411x) and can be regulated individually in terms of their operation, wherein a charge controller can be controlled by means of an operative process formula (41/411) with a defined processing sequence in the processing units (2(B)/3(C)), wherein a defined amount of an end product (6) can be generated from one or more starting substances (5) by means of the operative process formula (411), and wherein the processing units (21,..., 23, 31,..., 33) can be controlled based on specifically operative charging parameters (4111,...,411x) allocated to the operative process formula (41), **characterised in that**

the regulating and control device (4) comprises a pattern recognition module for recognising operative process formulae (411) with multi-dimensional charging parameter patterns (4121,...,412x), wherein an operative process formula (411) comprises at least one or more starting product parameters (51) and/or end product parameters (61), a defined sequence of a grinding process within the processing units (2/3) of the grinding line, and operative process parameters (4121,..., 412x) stored to be allocated to the respective processing units (21,...,23/31,...33) of the grinding line,

the regulating and control device (4) comprises a storage device (43) for storing historical operative process formulae (431) with historical charging process parameters (4311,...,431x), wherein the historical charging process parameters (4311,..., 431x) of a process formula respectively define a process-typical, multi-dimensional charging process parameter pattern (4321,..., 432x) of an optimised charging process in the normal range,

when inputting end product parameters (61) and/or starting product parameters (51) of a new operative process formula (41), one or more of the stored historical operative process formulae (431) are triggered and/or selected by means of pattern recognition of the pattern recognition module (42) based on the allocated multi-dimensional charging parameter pattern (4321,...,432x) as closest charging process parameter patterns (432i) to a new charging parameter pattern (4121,...,412x),

new operative process parameters (4111,...,411x) are generated for the input new operative process formula (41) by means of the regulating and control device (4) based on the triggered closest charging process parameter pattern (432i), wherein the processing units are

- correspondingly controlled and regulated based on the generated operative process formula (41) with the allocated new operative process parameter (4111,...,411x) by means of the regulating and control device (4), and during the grinding process of the new operative process formula (41), the operative process parameters (4111,...,411x) can be continuously monitored by means of the regulating and control device (4), wherein, in the event of an anomaly being detected as a defined deviation of the monitored operative process parameters from the determined operative process parameters (4111,..., 411x) of the new operative process formula (41), a warning signal is transmitted to an alarm unit.
2. Regulating and control method for controlling a milling system (1) and a grinding line of a roller system of a mill (1) in a self-optimised manner according to claim 1, **characterised in that** the operative process parameters (4111,...,411x) comprises at least measuring parameters relating to the currents and/or power consumption of one or more rollers of the milling system (1) and/or yield and/or efficiency/engine running time.
 3. Regulating and control method for controlling a milling system (1) and a grinding line of a roller system of a mill in a self-optimising manner according to claim 2, **characterised in that** the one or more rollers (21,...,23/31,...,33) comprise at least ripple rollers (B Passage/21,...,23) and/or smooth rollers (C passage/31,...,33).
 4. Regulating and control method for controlling a milling system (1) and a grinding line of a roller system of a mill (1) in a self-optimising manner according to one of claims 2 or 3, **characterised in that** the operative process parameters (4111,..., 411x) comprises at least measuring parameters relating to the currents and/or power consumption of all rollers of the milling system (1).
 5. Regulating and control method for controlling a milling system (1) and a grinding line of a roller system of a mill (1) in a self-optimising manner according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** quality parameters of the end product (6) defined in the normal range by means of the process-typical operative process parameters (4111,...,4111x) of an optimised charging process and specific flour yield can be determined depending on the starting products (5).
 6. Regulating and control method for controlling a milling system (1) and a grinding line of a roller system of a mill (1) in a self-optimising manner according to claim 5, **characterised in that** the defined quality parameters (61) comprise at least particle size distribution (611) and/or strength damage (612) and/or protein quality (613) and/or water content (614).
 7. Regulating and control method for controlling a milling system (1) and a grinding line of a roller system of a mill (1) in a self-optimising manner according to one of claims 1 to 6, **characterised in that** the monitored operative process parameters (4111, ..., 411x) comprise at least yield (62) and/or energy consumption/use and/or efficiency/machine lifespan.
 8. Regulating and control method for controlling a milling system (1) and a grinding line of a roller system of a mill (1) in a self-optimising manner according to one of claims 1 to 7, **characterised in that**, during the grinding process if an anomaly is detected, continuous long-term changes in the monitored operative process parameters (4111,...,411x) are recorded by the regulating and control device (4), wherein the defined deviation of the monitored operative process parameters (4111,..., 411x) from the generated operative process parameters (4111,...,411x) of the new operative process formula (41) is determined depending on the measured continuous long-term changes.
 9. Regulating and control method for controlling a milling system (1) and a grinding line of a roller system of a mill (1) in a self-optimising manner according to one of claims 1 to 8, **characterised in that** the monitored operative process parameters (4111,...,411x) are transmitted by a plurality of regulating and control devices (4) to a central monitoring unit via a network, wherein the plurality of regulating and control devices (4) are centrally monitored and regulated.
 10. Regulating and control method for controlling a milling system (1) and a grinding line of a roller system of a mill (1) in a self-optimising manner according to one of claims 1 to 7, **characterised in that** the defined deviation of the monitored operative process parameters (4111,..., 411x) from the generated operative process parameters (4111,..., 411x) of the new operative process formula (41) is determined depending on the natural fluctuations within definable χ^2 standard deviations.
 11. Self-adaptive regulating and control device (4) for automatically controlling and self-optimising a milling system (1) or a grinding line of a roller system, wherein the grinding line comprises a plurality of processing units (2(B)/3(C)), which can be respectively individually controlled by means of the regulating and control device (4) based on operative process parameters (41) and can be regulated individually in terms of their operation, wherein a defined amount of an end product (6), which can be generated by

means of a charge controller from one or more starting products (5) according to a defined sequence of the processing units (2(B)/3(C)) based on specifically allocated operative process parameters (4111,...,411x), **characterised in that**

the regulating and control device (4) comprises a pattern recognition module for recognising operative process formulae (41) comprising multi-dimensional charging parameter patterns (4121,..., 412x), wherein an operative process formula (41) comprises at least one or more starting product parameters (51) and/or end product parameters (61), a defined sequence of a grinding process within the processing units (2/3) of the grinding line, and operative process parameters (4121,..., 412x) stored to be allocated to the respective processing units (21,...,23/31,...33) of the grinding line, the regulating and control device (4) comprises a storage device (43) for storing historical operative process formulae (431) with historical operative process parameters (4311,..., 431x), wherein the historical operative process parameters (4311,..., 431x) of an operative process formula (41) each define a process-typical, multi-dimensional charging process parameter pattern (4321,..., 432x) of an optimised charging process in the normal range, when inputting end product parameters (61) and/or starting product parameters (51) of a new operative process formula (41), one or more of the stored historical operative process formulae (431) can be selected and/or triggered by means of pattern recognition of the pattern recognition module based on the allocated multi-dimensional charging parameter pattern (4321,...,432x) as the closest charging parameter pattern (432i) to a new charging parameter pattern (4121,...,412x), new operative process parameters (4111,...,411x) can be determined for the input new operative process formula (41) by means of the regulating and control device (4) based on the triggered closest charging process parameter pattern (432i), wherein the processing units (2/3) are correspondingly controlled and regulated based on the determined operative process formula (41) and the operative process parameters (432i) by means of the regulating and control device (4), and during the grinding process, the operative process parameters can be continuously monitored by means of the regulating and control device (4111,...,411x), wherein, in the event of an anomaly being detected as a defined deviation of the monitored operative process parameters (4111,...,411x) from the determined operative

process parameters (4111,..., 411x) of the new operative process formula (41), a warning signal is transmitted to an alarm unit.

Revendications

1. Procédé de réglage et de commande autoadaptatif destiné à un dispositif de réglage et de commande (4) pour une commande auto-optimisée d'une installation de minoterie (1) et d'une ligne de mouture d'un système à cylindres de l'installation de minoterie (1), ladite ligne de mouture comprenant une multiplicité d'unités de transformation (2(B)/3(C)) susceptibles d'être commandées individuellement et d'être réglées individuellement dans leur fonctionnement compte tenu de paramètres de processus opérationnels (4111, ..., 411x) au moyen du dispositif de réglage et de commande (4) ; une commande des lots étant réglable avec une séquence de transformation définie dans les unités de transformation (2(B)/3(C)) au moyen d'une recette de processus opérationnelle (41/411), une quantité définie d'un produit final (6) pouvant être produite au moyen de la recette de processus opérationnelle (411) à partir d'une ou plusieurs matières de départ (5), et les unités de transformation (21, ..., 23, 31, ..., 33) étant commandées compte tenu de paramètres de lots opérationnels (4111, ..., 411x) spécifiquement associés à la recette de processus opérationnelle (41) ; **caractérisé en ce que**

le dispositif de réglage et de commande (4) comprend un module de reconnaissance de formes destiné à reconnaître des recettes de processus opérationnelles (411) présentant des formes de paramètres de lots multidimensionnelles (4121, ..., 412x) ; une recette de processus opérationnelle (411) comprenant l'enregistrement d'au moins un ou de plusieurs paramètres de produits de départ (51) et/ou paramètres de produits finaux (61), d'une séquence précise propre à un processus de mouture au sein des unités de transformation (2/3) de la ligne de mouture, et de paramètres de processus opérationnels (4121, ..., 412x) associés aux diverses unités de transformation (21, ..., 23/31, ..., 33) de la ligne de mouture,

le dispositif de réglage et de commande (4) comprend un dispositif mémoire (43) destiné à contenir des recettes de processus opérationnelles historiques (431) comportant des paramètres de processus par lots historiques (4311, ..., 431x), lesdits paramètres de processus par lots historiques (4311, ..., 431x) d'une recette de processus (431) définissant respectivement une forme de paramètres de processus par lots multidimensionnelle (4321, ..., 432x) typique du pro-

- cessus, propre à un processus par lots optimisé, dans un intervalle normal, lors de l'entrée de paramètres de produits finaux (61) et/ou de paramètres de produits de départ (51) d'une nouvelle recette de processus opérationnelle (41) et au moyen d'une reconnaissance de formes, effectuée par le module de reconnaissance de formes (42), d'une ou plusieurs des recettes de processus opérationnelles historiques (431) enregistrées, des formes de paramètres de processus par lots (432i) sont déclenchées et/ou sélectionnées comme étant le plus approchant d'une nouvelle forme de paramètres de lot (4121, ..., 412x) compte tenu des formes de paramètres de lots multidimensionnelles (4321, ..., 432x) associées, de nouveaux paramètres de processus opérationnels (4111, ..., 411x) relatifs à la nouvelle recette de processus opérationnelle (41) entrée sont générés au moyen du dispositif de réglage et de commande (4), compte tenu des formes de paramètres de processus par lots (432i) le plus approchant déclenchées, lesdites unités de transformation étant commandées et réglées en conséquence, compte tenu de la recette de processus opérationnelle (41) générée comportant les nouveaux paramètres de processus opérationnels (4111, ..., 411x) associés, au moyen du dispositif de réglage et de commande (4), et pendant le processus de mouture propre à la nouvelle recette de processus opérationnelle (41), les paramètres de processus opérationnels (4111, ..., 411x) peuvent être surveillés en continu au moyen du dispositif de réglage et de commande (4), étant entendu que, lorsqu'une anomalie est détectée sous la forme d'un écart défini des paramètres de processus opérationnels surveillés par rapport aux paramètres de processus opérationnels (4111, ..., 411x) déterminés propres à la nouvelle recette de processus opérationnelle (41), un signal d'avertissement est communiqué à une unité d'alarme.
2. Procédé de réglage et de commande pour une commande auto-optimisée d'une installation de minoterie (1) et d'une ligne de mouture d'un système à cylindres d'une minoterie (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les paramètres de processus opérationnels (4111, ..., 411x) comprennent au moins des paramètres de mesure concernant les flux et/ou la consommation d'énergie d'un ou plusieurs appareils à cylindres de l'installation de minoterie (1) et/ou le rendement et/ou le débit/temps d'exploitation des machines.
 3. Procédé de réglage et de commande pour une commande auto-optimisée d'une installation de minoterie (1) et d'une ligne de mouture d'un système à cy-
 - lindres d'une minoterie selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** lesdits un ou plusieurs appareils à cylindres (21, ..., 23/31, ..., 33) comprennent au moins des cylindres cannelés (Passage B/21, ..., 23) et/ou des cylindres lisses (Passage C /31, ..., 33).
 4. Procédé de réglage et de commande pour une commande auto-optimisée d'une installation de minoterie (1) et d'une ligne de mouture d'un système à cylindres d'une minoterie (1) selon l'une des revendications 2 et 3, **caractérisé en ce que** les paramètres de processus opérationnels (4111, ..., 411x) comprennent au moins des paramètres de mesure concernant les flux et/ou la consommation d'énergie de tous les appareils à cylindres de l'installation de minoterie (1).
 5. Procédé de réglage et de commande pour une commande auto-optimisée d'une installation de minoterie (1) et d'une ligne de mouture d'un système à cylindres d'une minoterie (1) selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les paramètres de processus opérationnels (4111, ..., 411x) typiques du processus propres à un processus par lots optimisé permettent de déterminer des paramètres de qualité du produit final (6) définis dans l'intervalle normal et des rendements de farine spécifiques en fonction des produits de départ (5).
 6. Procédé de réglage et de commande pour une commande auto-optimisée d'une installation de minoterie (1) et d'une ligne de mouture d'un système à cylindres d'une minoterie (1) selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** les paramètres de qualité (61) définis comprennent au moins la distribution des tailles de particules (611) et/ou l'endommagement de l'amidon (612) et/ou la qualité des protéines (613) et/ou la teneur en eau (614).
 7. Procédé de réglage et de commande pour une commande auto-optimisée d'une installation de minoterie (1) et d'une ligne de mouture d'un système à cylindres d'une minoterie (1) selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les paramètres de processus opérationnels (4111, ..., 411x) surveillés comprennent au moins le rendement (62) et/ou la consommation/l'absorption d'énergie et/ou le débit/temps d'exploitation des machines.
 8. Procédé de réglage et de commande pour une commande auto-optimisée d'une installation de minoterie (1) et d'une ligne de mouture d'un système à cylindres d'une minoterie (1) selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que**, pendant le processus de mouture, lorsqu'une anomalie est détectée, des variations de longue durée continues sont détectées par le dispositif de réglage et de commande (4) dans les paramètres de processus opé-

rationnels (4111, ..., 411x) surveillés, ledit écart défini des paramètres de processus opérationnels (4111, ..., 411x) surveillés par rapport aux paramètres de processus opérationnels (4111, ..., 411x) générés propres à la nouvelle recette de processus opérationnelle (41) est déterminé en fonction des variations de longue durée continues mesurées.

9. Procédé de réglage et de commande pour une commande auto-optimisée d'une installation de minoterie (1) et d'une ligne de mouture d'un système à cylindres d'une minoterie (1) selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** les paramètres de processus opérationnels (4111, ..., 411x) surveillés sont transférés par une pluralité de dispositifs de réglage et de commande (4) par le biais d'un réseau à une unité de surveillance centrale, ladite pluralité de dispositifs de réglage et de commande (4) étant surveillés et réglés de manière centralisée.
10. Procédé de réglage et de commande pour une commande auto-optimisée d'une installation de minoterie (1) et d'une ligne de mouture d'un système à cylindres d'une minoterie (1) selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** l'écart défini des paramètres de processus opérationnels (4111, ..., 411x) surveillés par rapport aux paramètres de processus opérationnels (4111, ..., 411x) générés propres à la nouvelle recette de processus opérationnelle (41) est déterminé en fonction des variations naturelles au sein d'écart-types χ^2 définissables.
11. Dispositif de réglage et de commande (4) autoadaptatif destiné à une commande automatisée et une auto-optimisation d'une installation de minoterie (1) ou d'une ligne de mouture d'un système à cylindres, ladite ligne de mouture comprenant une multiplicité d'unités de transformation (2(B)/3(C)), susceptibles d'être commandées individuellement et d'être réglées individuellement dans leur fonctionnement compte tenu de paramètres de processus opérationnels (41) au moyen du dispositif de réglage et de commande (4), une quantité définie d'un produit final (6) qui peut être produite au moyen d'une commande des lots à partir d'un ou plusieurs produits de départ (5) selon un enchaînement défini des unités de transformation (2(B)/3(C)) compte tenu de paramètres de processus opérationnels (4111, ..., 411x) spécifiquement associés ; **caractérisé en ce que**

le dispositif de réglage et de commande (4) comprend un module de reconnaissance de formes destiné à reconnaître des recettes de processus opérationnelles (41) comprenant des formes de paramètres de lots multidimensionnelles (4121, ..., 412x) ; une recette de processus opérationnelle (41) comprenant l'enregistrement

d'au moins un ou de plusieurs paramètres de produits de départ (51) et/ou paramètres de produits finaux (61), d'une séquence précise propre à un processus de mouture au sein des unités de transformation (2/3) de la ligne de mouture, et de paramètres de processus opérationnels (4121, ..., 412x) associés aux diverses unités de transformation (21, ..., 23/31, ..., 33) de la ligne de mouture, le dispositif de réglage et de commande (4) comprend un dispositif mémoire (43) destiné à contenir des recettes de processus opérationnelles historiques (431) comportant des paramètres de processus opérationnels historiques (4311, ..., 431x), lesdits paramètres de processus opérationnels historiques (4311, ..., 431x) d'une recette de processus opérationnelle (41) définissant respectivement une forme de paramètres de lot multidimensionnelle (4321, ..., 432x) typique du processus, propre à un processus par lots optimisé, dans un intervalle normal, lors de l'entrée de paramètres de produits finaux (61) et/ou de paramètres de produits de départ (51) d'une nouvelle recette de processus opérationnelle (41) et au moyen d'une reconnaissance de formes, effectuée par le module de reconnaissance de formes, d'une ou plusieurs des recettes de processus opérationnelles historiques (431) enregistrées, des formes de paramètres de lots (432i) peuvent être déclenchées et/ou sélectionnées comme étant le plus approchant d'une nouvelle forme de paramètres de lot (4121, ..., 412x) compte tenu des formes de paramètres de lots multidimensionnelles (4321, ..., 432x) associées, de nouveaux paramètres de processus opérationnels (4111, ..., 411x) relatifs à la nouvelle recette de processus opérationnelle (41) entrée peuvent être déterminés au moyen du dispositif de réglage et de commande (4), compte tenu des formes de paramètres de lots (432i) le plus approchant déclenchées, lesdites unités de transformation (2/3) étant commandées et réglées en conséquence, compte tenu de la recette de processus opérationnelle (41) déterminée et des paramètres de processus opérationnels (432i), au moyen du dispositif de réglage et de commande (4), et pendant le processus de mouture, les paramètres de processus opérationnels peuvent être surveillés en continu au moyen du dispositif de réglage et de commande (4111, ..., 411x), étant entendu que, lorsqu'une anomalie est détectée sous la forme d'un écart défini des paramètres de processus opérationnels (4111, ..., 411x) surveillés par rapport aux paramètres de processus opérationnels (4111, ..., 411x) déterminés propres à la nouvelle recette de processus

opérationnelle (41), un signal d'avertissement est communiqué à une unité d'alarme.

5

10

15

20

25

30

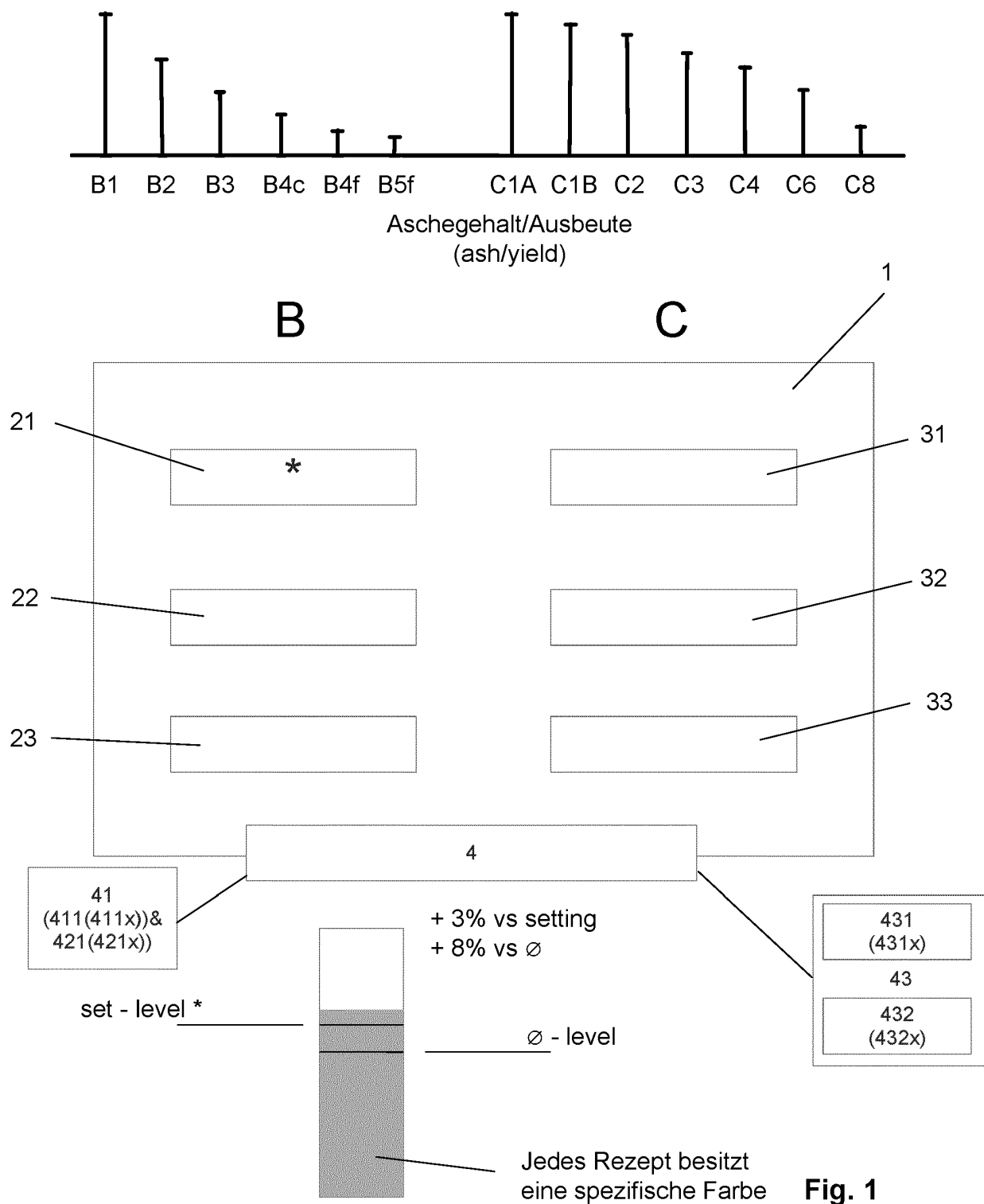
35

40

45

50

55



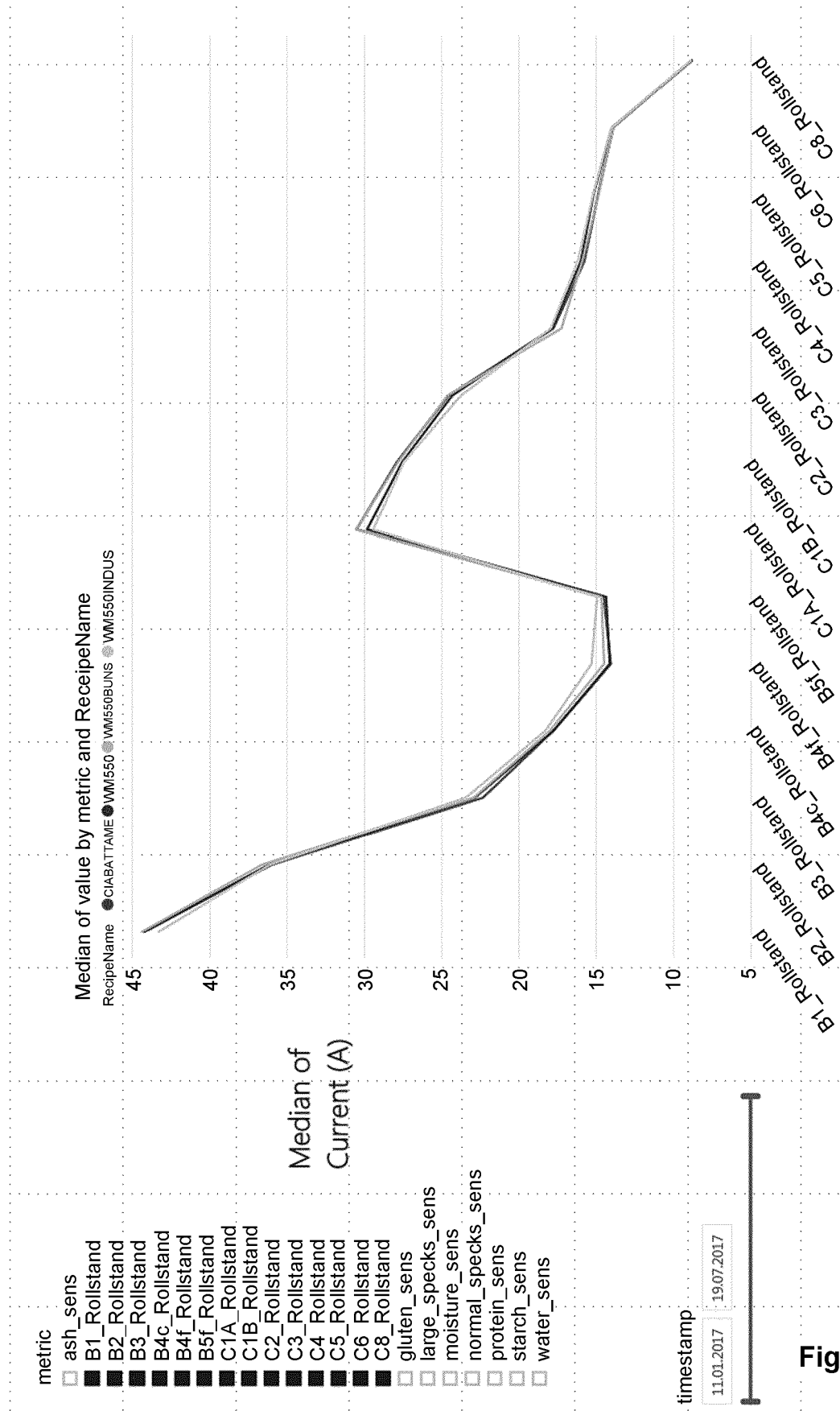


Fig. 2

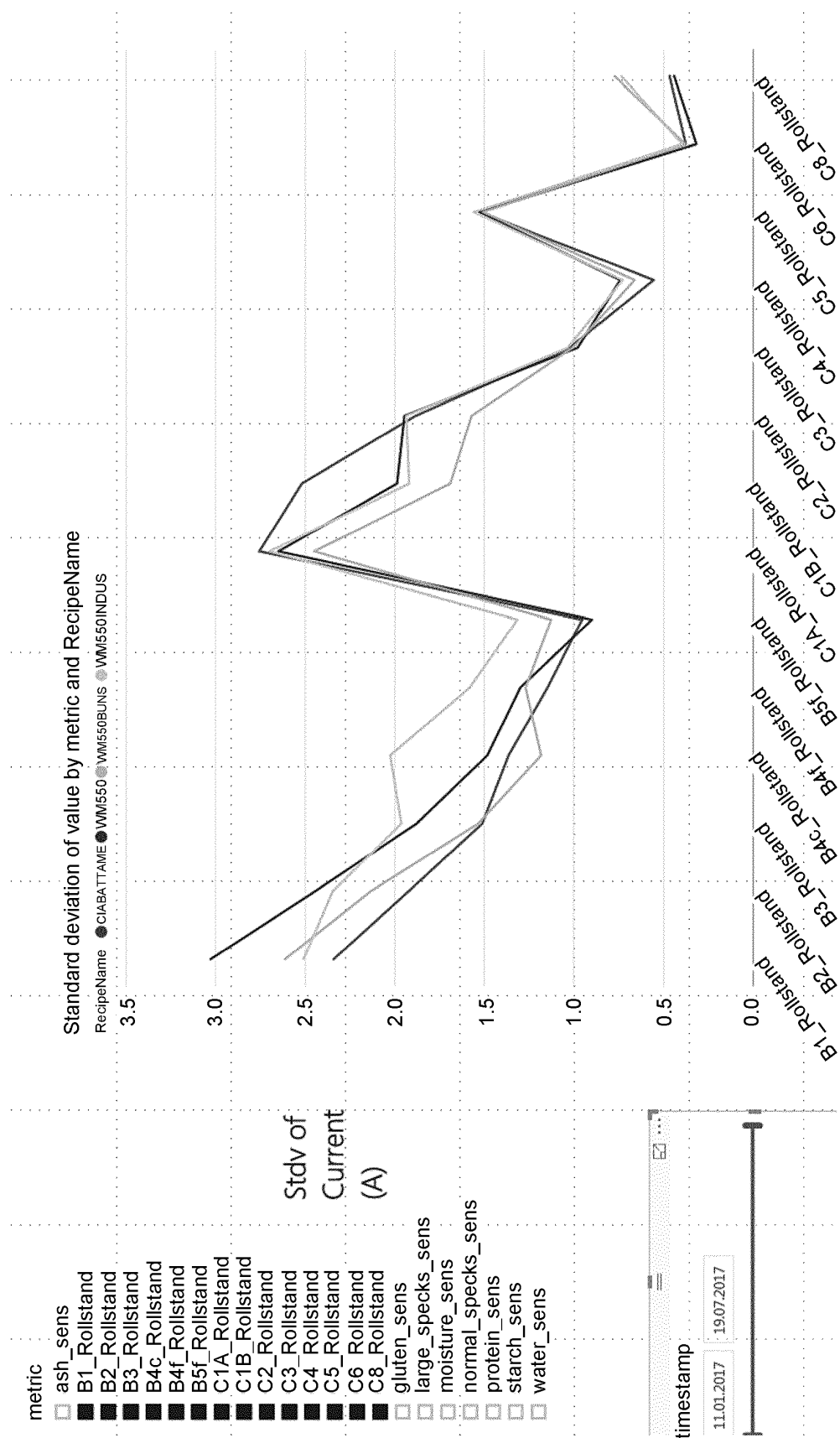


Fig. 3

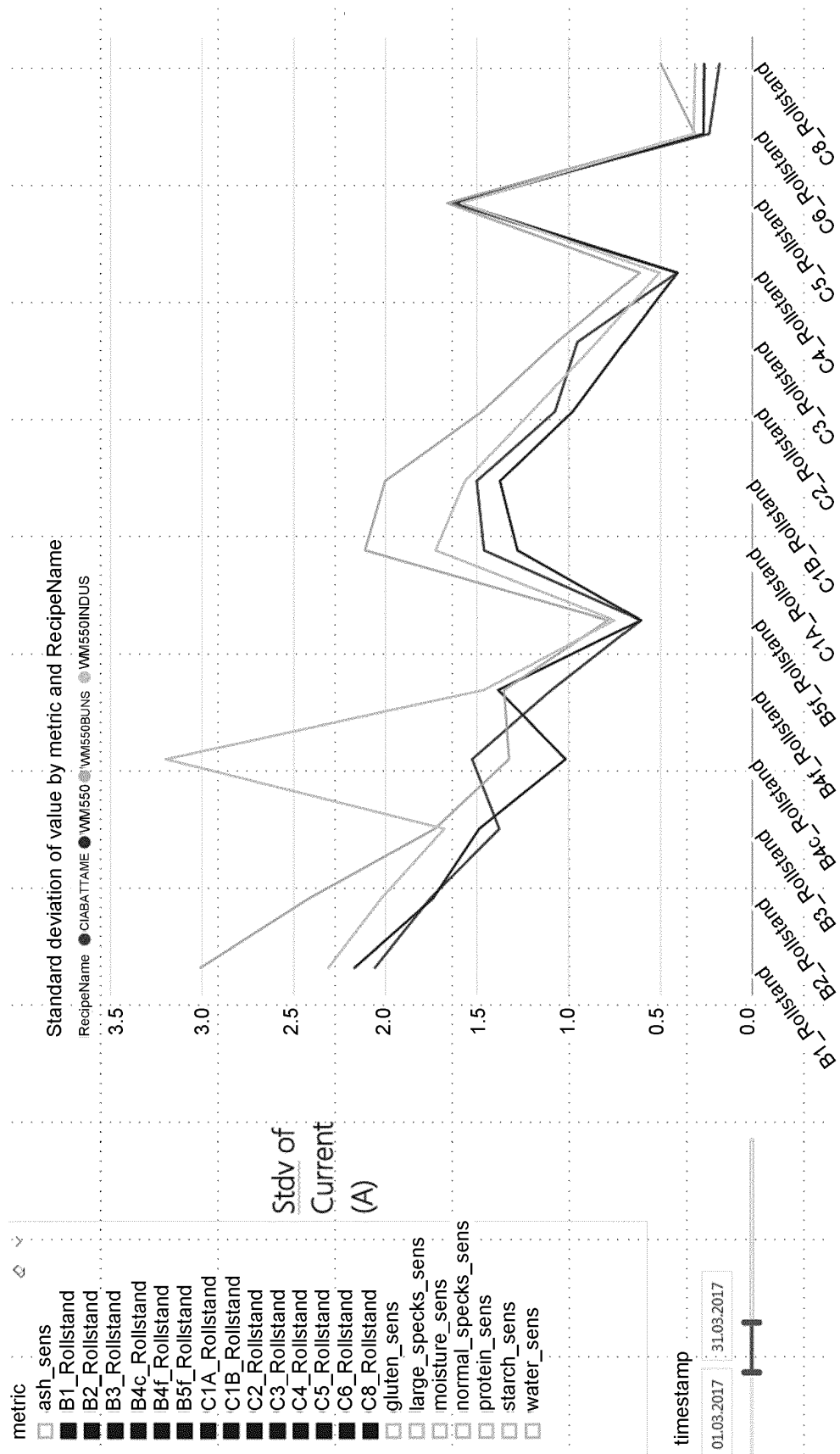


Fig. 4

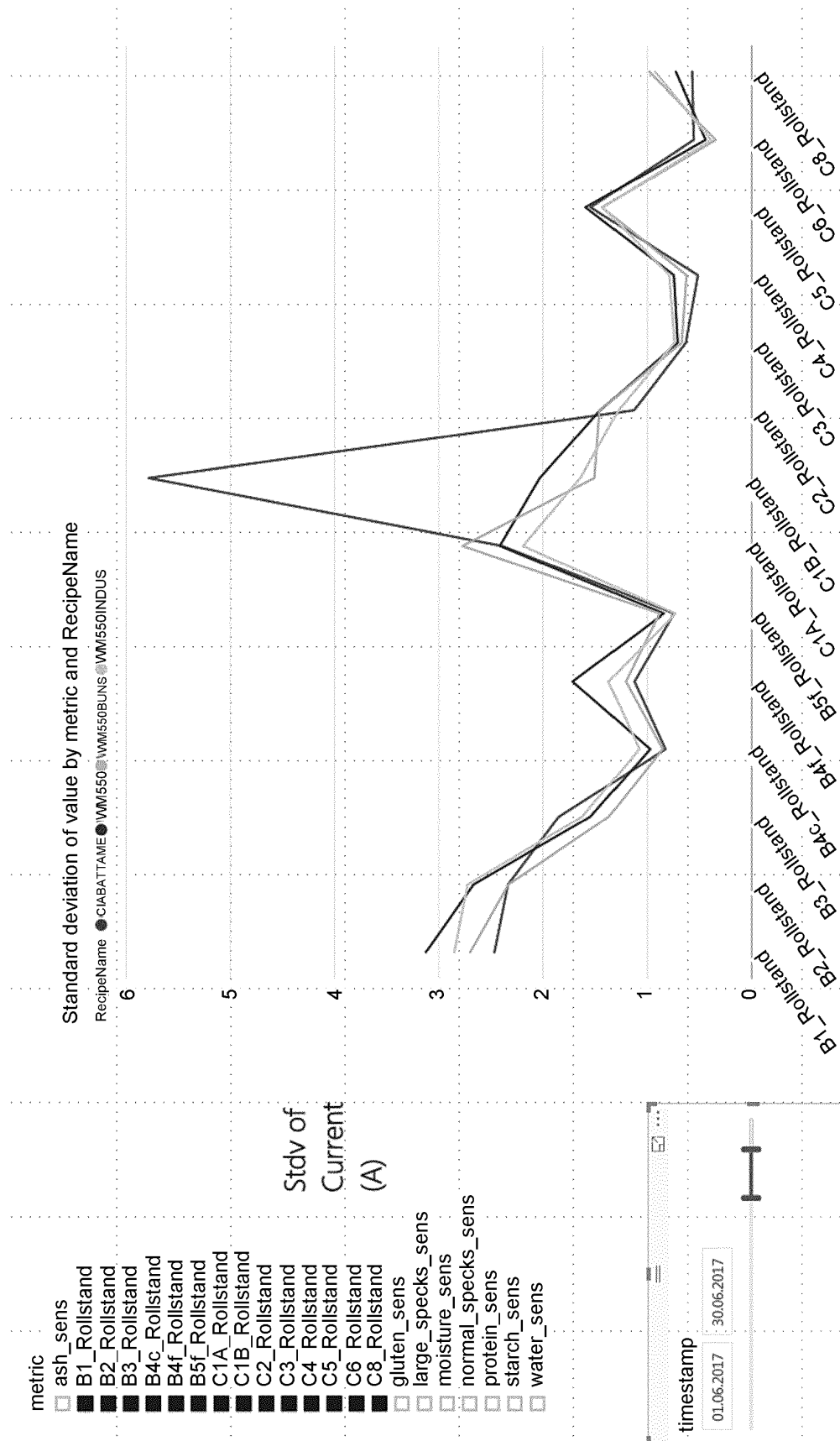


Fig. 5

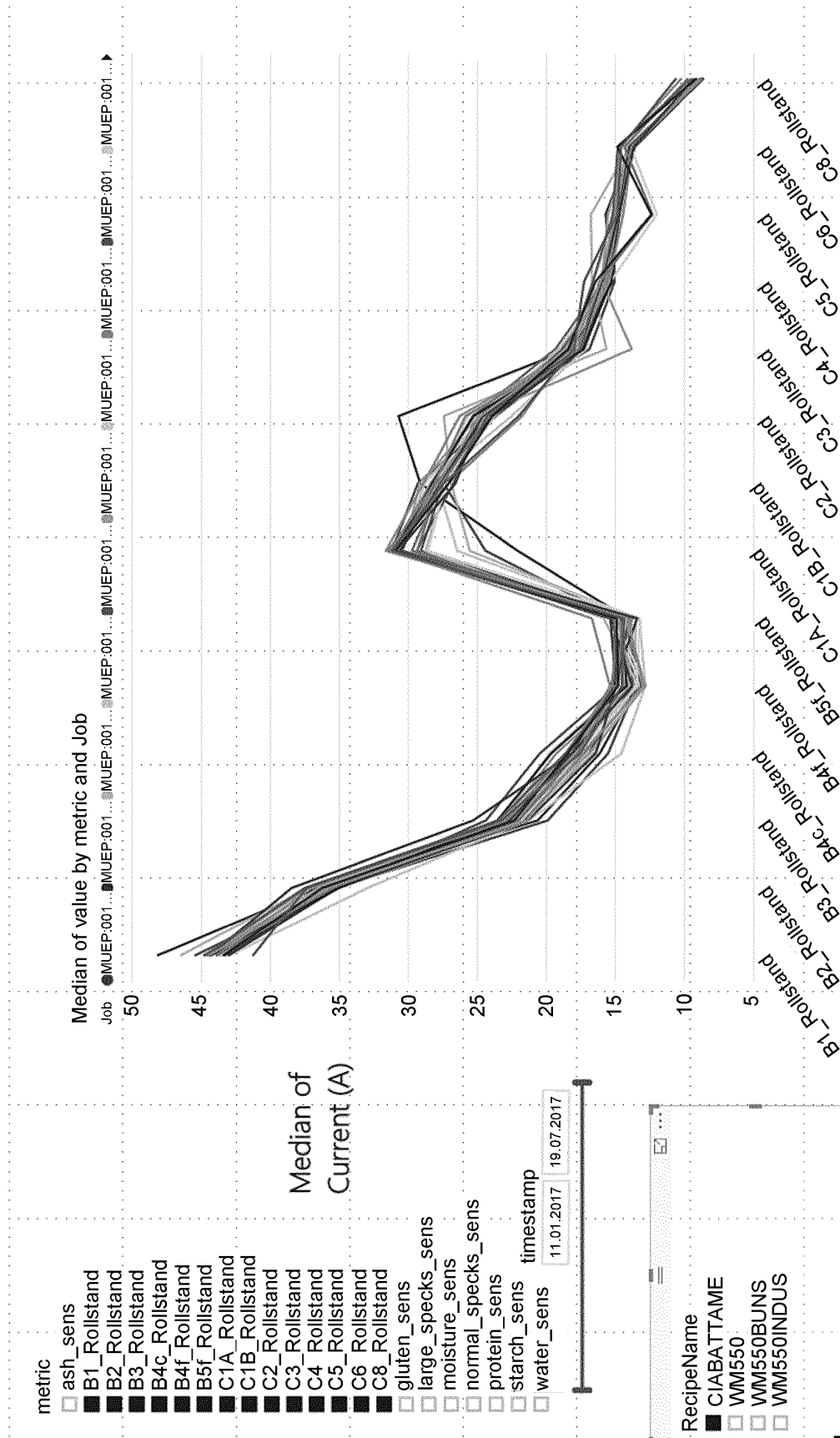


Fig. 6

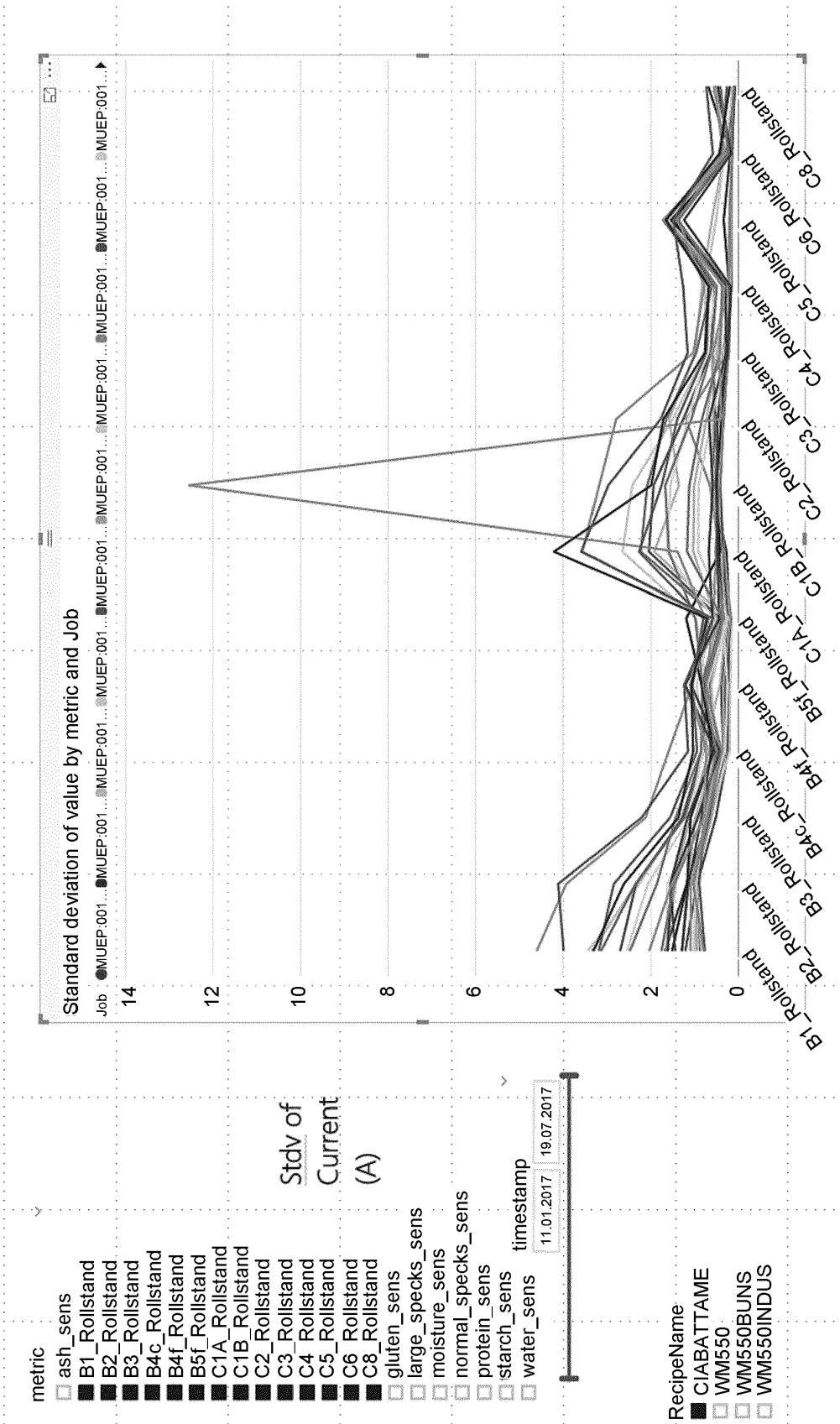


Fig. 7

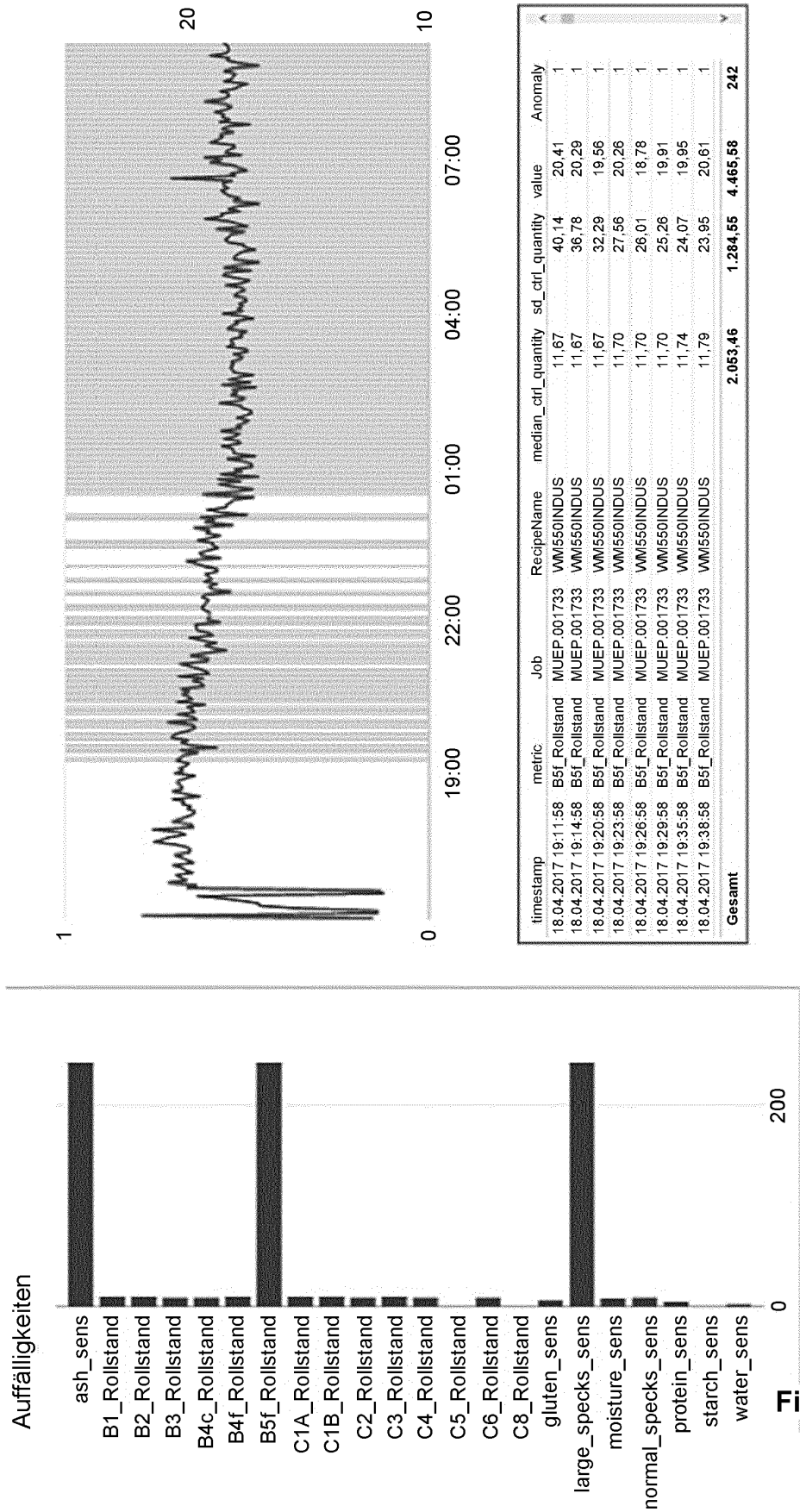


Fig. 8

Rezeptauswahl

☐ CIABATTAME

☐ WM550

☐ WM550BUNS

☒ WM550INDUS

Prozessgrössenauswahl

☐ ash_sens

☐ B1_Rollstand

☐ B2_Rollstand

☐ B3_Rollstand

☐ B4c_Rollstand

☐ B4f_Rollstand

☒ B5f_Rollstand

☐ C1A_Rollstand

☐ C1B_Rollstand

☐ C2_Rollstand

☐ C3_Rollstand

☐ C4_Rollstand

☐ C5_Rollstand

☐ C6_Rollstand

☐ C8_Rollstand

☐ gluten_sens

☐ large_specks_sens

☐ moisture_sens

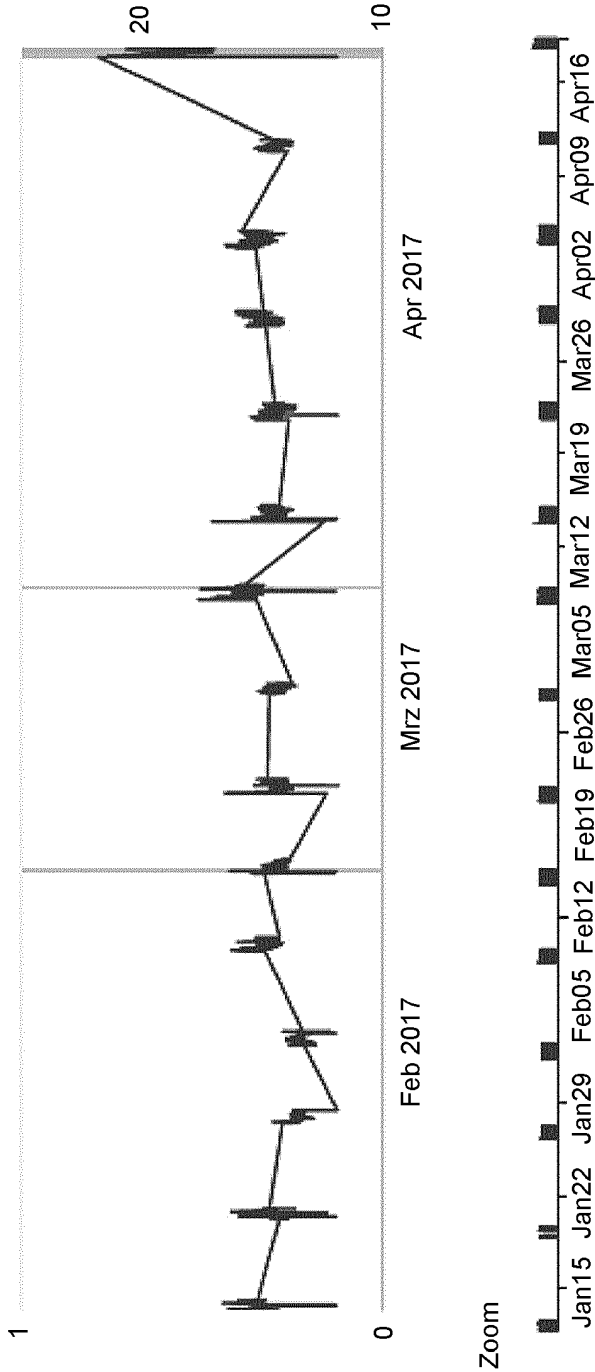
☐ normal_specks_sens

☐ protein_sens

☐ starch_sens

☐ water_sens

Prozessgrößen & Auffälligkeiten



timestamp	Job	RecipeName	median_ctrl_quantity	sd_ctrl_quantity	value
14.02.2017 17:07:57	MUEP.001687	WM550INDUS	0,86	6,04	12,03
14.02.2017 17:10:57	MUEP.001687	WM550INDUS	0,86	6,04	14,59
14.02.2017 17:13:57	MUEP.001687	WM550INDUS	0,86	6,25	16,33
14.02.2017 17:19:57	MUEP.001687	WM550INDUS	0,86	6,24	14,31
14.02.2017 17:22:56	MUEP.001687	WM550INDUS	0,86	6,24	14,59
14.02.2017 17:25:57	MUEP.001687	WM550INDUS	0,86	6,24	14,38
14.02.2017 17:28:57	MUEP.001687	WM550INDUS	0,85	6,19	14,35
88.03.2017 14:28:30	MUEP.001703	WM550INDUS	6,15	3,43	16,53
08.03.2017 14:34:30	MUEP.001703	WM550INDUS	6,03	3,42	15,55

Fig. 9

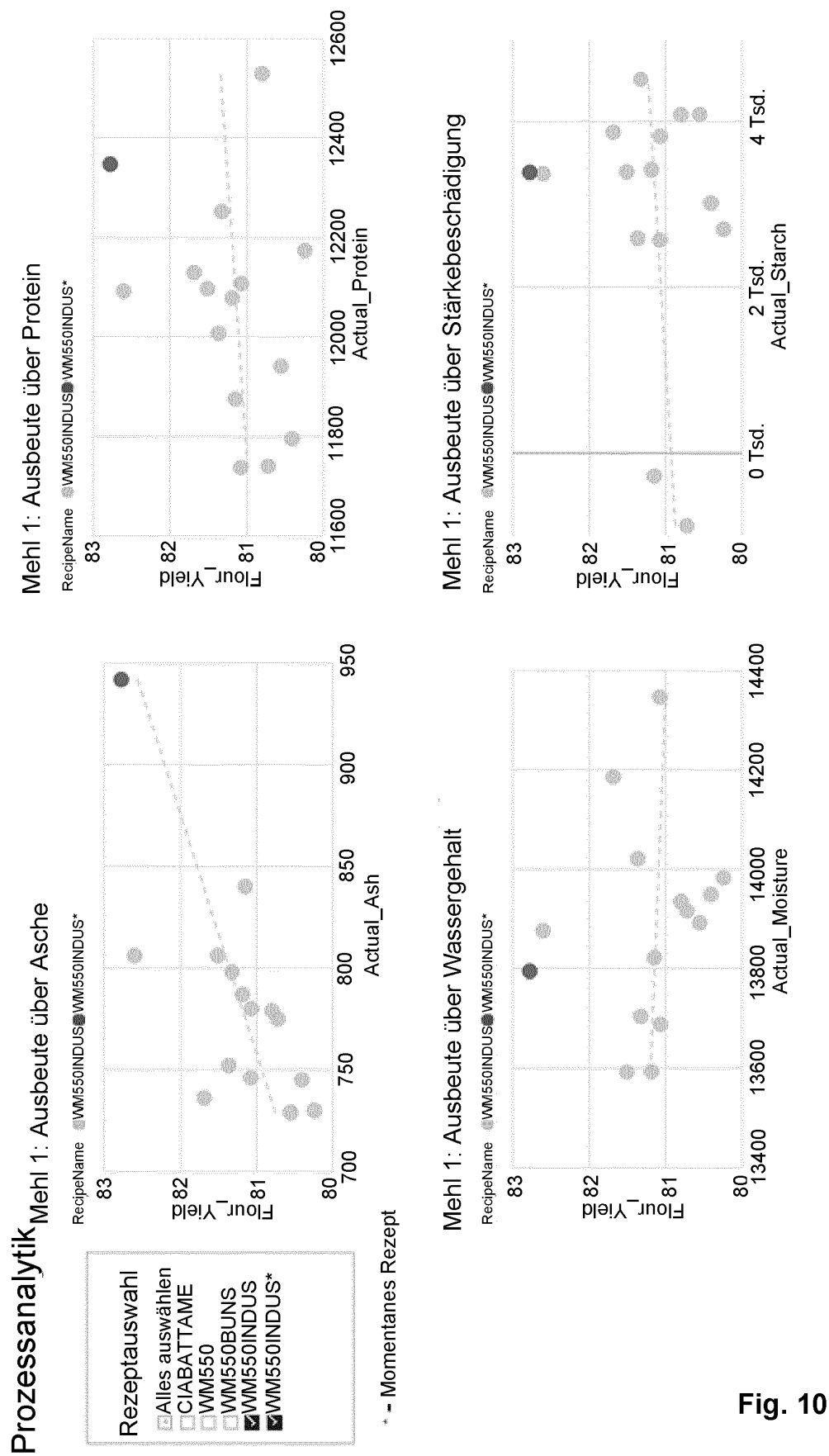


Fig. 10

Rezeptübersicht

Rezeptauswahl

- ☐ Alles auswählen
- ☐ CIABATTAME
- ☐ WM550
- ☐ WM550BUNS
- ☐ WM550INDUS
- ☐ WM550INDUS*

Produktionsanteile

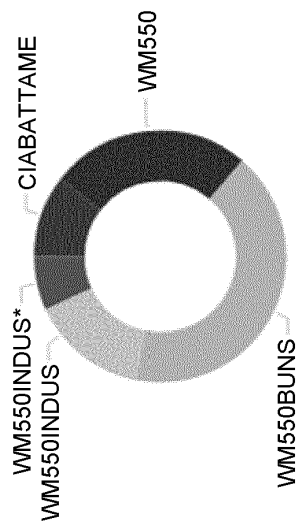


Fig. 11

Bran_Yield

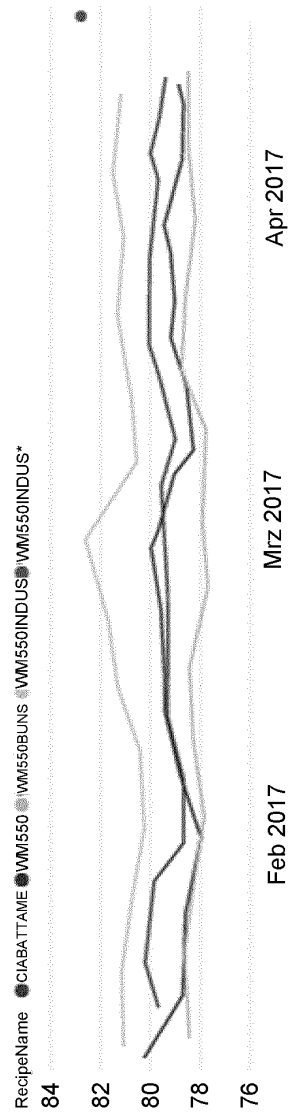
F1_Yield

F2_Yield

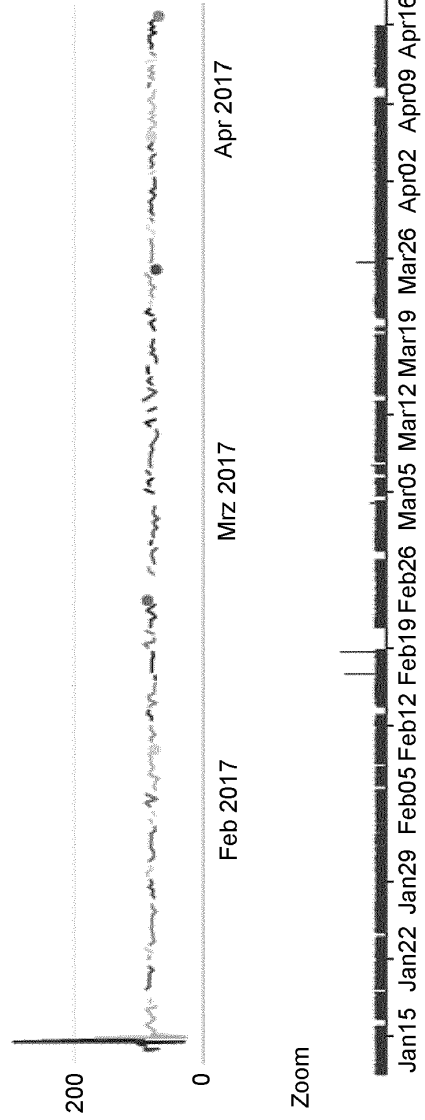
Flour_Yield

Mill_Yield

Ausbeutetrend - Durschnitt pro Job (%)



Ausbeuteverlauf im Detail - Stundenmittel (%)



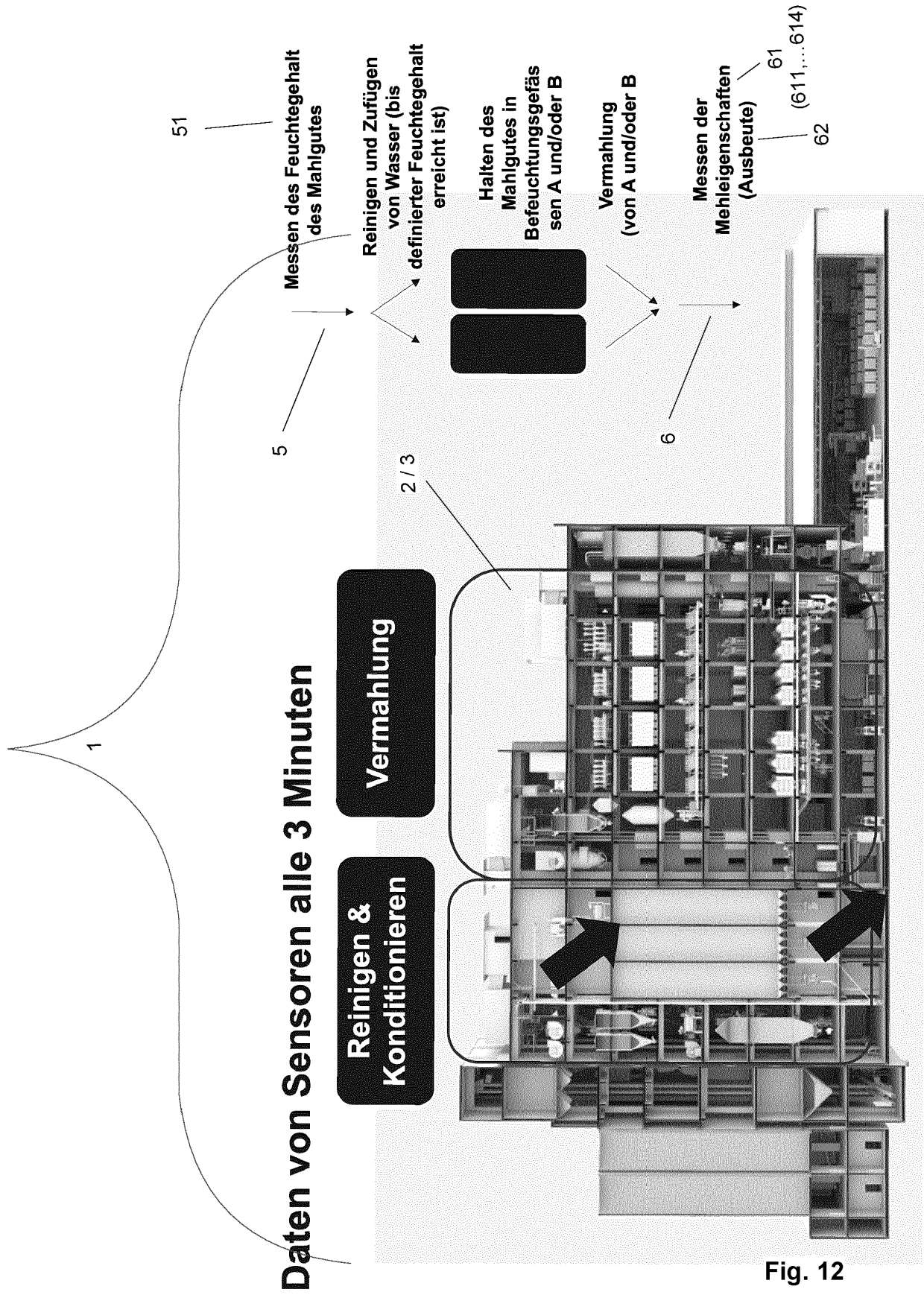


Fig. 12

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE OS2730166 A [0006]
- EP 0013023 B1 [0006]
- DE 2730166 A1 [0006]
- WO 9741956 A1 [0007]
- DE 2413956 A1 [0007]