

(19)



(11)

EP 2 803 416 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.11.2014 Patentblatt 2014/47

(51) Int Cl.:
B02C 21/00 (2006.01) **B02C 23/12 (2006.01)**
B02C 25/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13167575.3**

(22) Anmeldetag: **14.05.2013**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder:
• **Lekscha, Andreas**
 90455 Nürnberg (DE)
• **Zehentbauer, Bernd**
 91052 Erlangen (DE)
• **Seleznev, Victor**
 97769 Bad Brückenau (DE)

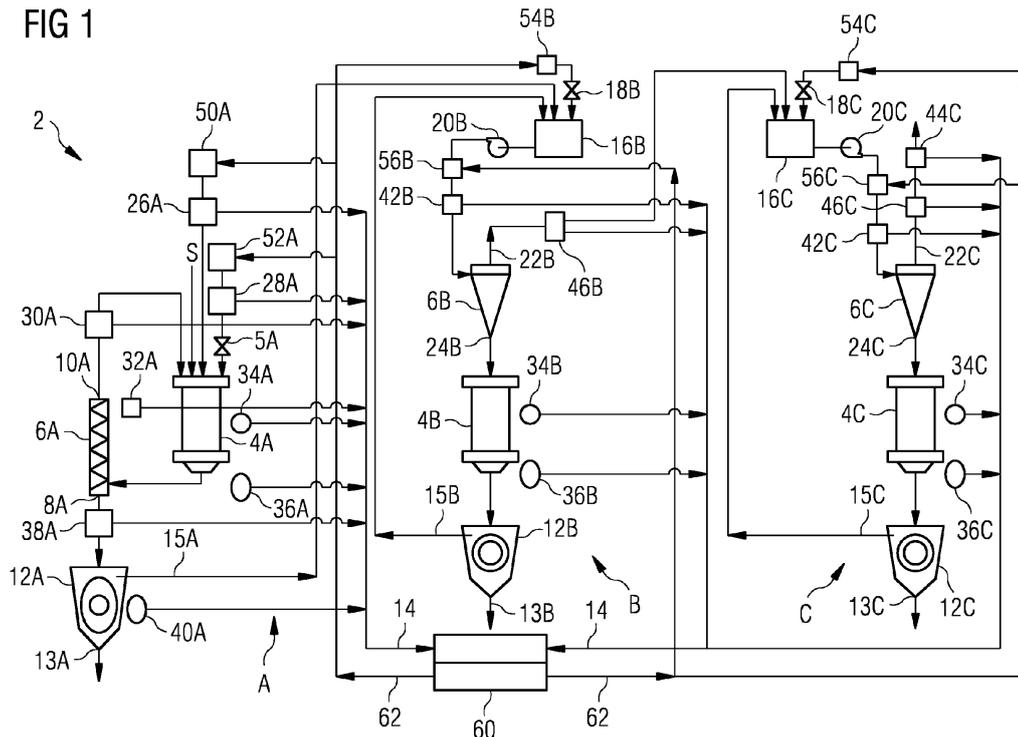
(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(54) **Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung einer mehrstufigen Mahlanlage sowie Mahlanlage**

(57) Die Erfindung betrifft eine mehrstufige Mahlanlage und ein Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung einer mehrstufigen Mahlanlage (2), wobei eine Stufe (A, B, C) jeweils eine Mahleinrichtung (4A, 4B, 4C) zum Mahlen eines Stoffes (S), eine Trenneinrichtung (6A, 6C, 6D) zur Klassierung des gemahlten Stoffes (S) und einen Separator (12A, 12B, 12C) umfasst, mit folgenden Schritten:

- a) es werden mindestens ein für den Betrieb der Mahlanlage (2) charakteristischer erster Parameter und ein zweiter Parameter ermittelt,
- b) es wird die Ableitung des ersten Parameters nach dem zweiten Parameter ermittelt,
- c) es wird das Vorzeichen der Ableitung ermittelt,
- d) die Mahlanlage (2) wird in Abhängigkeit des Vorzeichens der Ableitung gesteuert und/oder geregelt.

FIG 1



EP 2 803 416 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung einer mehrstufigen Mahlanlage sowie eine Mahlanlage.

[0002] Die Mahlung ist ein mechanisches Verfahren, dessen Aufgabe eine Verringerung der Partikelgrößen fester Stoffe durch Überwindung der Bindekräfte in den Ausgangsteilchen ist. Der Mahlprozess wird dabei in einem geschlossenen Mahlkreis durchgeführt. Eine Mahlanlage umfasst neben der eigentlichen Mahleinrichtung, in der der Stoff wie beispielsweise Eisenerz gemahlen wird, außerdem eine Trenneinrichtung wie beispielsweise ein Klassierer oder Hydrozyklon, mit welchem der gemahlene Stoff abhängig von der Körnung bzw. Korngröße getrennt, also klassiert wird. Dabei verlassen ausreichend gemahlene Teilchen (Fertigklasse) den Klassierer oder Hydrozyklon über den Überlauf, die nicht ausreichend gemahlene Teilchen im Unterlauf. Letztere werden zur Mahleinrichtung zurückgeführt und somit dem Mahlprozess wieder hinzugeführt.

[0003] Die Mahlbarkeit des zu mahlenden Stoffes, insbesondere des Erzes, der als Rohstoff vom Tagebau geliefert wird, ist sehr unterschiedlich in unterschiedlichen Zeitintervallen. In den Erzaufbereitungswerken besteht ein Problem darin, dass eine konstante Zufuhr der Erze zur Mahleinrichtung nicht gewährleistet werden kann. Um den Schwankungen bei der Erzaufgabe entgegen zu wirken, wird der Durchsatz der Mahleinrichtungen reduziert und die Konzentratqualität verschlechtert. Das Hauptproblem der Steuerung von mehrstufigen Mahlsystemen, welche nacheinander geschaltet mehrere Einheiten aus Mahl- und Trenneinrichtungen in sogenannten Stufen umfassen, ist die Schwierigkeit, in einen leistungsfähigen Betrieb der Mahleinrichtungen der zweiten und dritten Mahlstufe stabil zu halten (unter Berücksichtigung der Umverteilung der Zirkulationslasten bei Änderung der Erzeigenschaften). Meistens müssen sehr zeitaufwendige Maßnahmen eingeleitet werden, damit der Prozess wieder stabilisiert wird. Diese Maßnahmen führen wiederum zu Leistungsschwankungen der Mahleinrichtungen. Diese Gegebenheit wirkt letztendlich negativ auf die Leistung der ganzen technologischen Bereiche, Partikelgröße des Produktes und letztlich auf die Qualität des Konzentrates.

[0004] Es ist daher Aufgabe der Erfindung ein Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung einer Mahlanlage sowie eine Mahlanlage anzugeben, bei der die Effizienz gesteigert wird.

[0005] Die erstgenannte Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung einer mehrstufigen Mahlanlage mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1. Eine derartige Mahlanlage umfasst mehrere Stufen, wobei eine Stufe jeweils eine Mahleinrichtung (4A, 4B, 4C) zum Mahlen eines Stoffes (S), eine Trenneinrichtung (6A, 6C, 6D) zur Klassierung des gemahlene Stoffes (S) und einen Separator (12A, 12B, 12C) umfasst. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte:

- a) Es werden mindestens ein für den Betrieb der Mahlanlage charakteristischer erster Parameter und ein zweiter Parameter ermittelt,
- b) es wird die Ableitung des ersten Parameters nach dem zweiten Parameter ermittelt,
- c) es wird das Vorzeichen der Ableitung ermittelt,
- d) die Mahlanlage wird in Abhängigkeit des Vorzeichens der Ableitung gesteuert und/oder geregelt.

[0006] Aufgrund der sich ständig im Laufe der Zeit veränderten Faktoren (z.B. Eigenschaften des Mineralbestandes, Befüllung der Mahleinrichtung, Veränderungen der Zirkulationsbelastungen etc.) und anderen Unstabilitäten in der Mahlanlage entstehen Störungen bei der Steuerung des Mahlvorgangs. Diese Störungen werden in Echtzeit/Real Time erkannt und die entsprechenden Korrekturen in den Prozessalgorithmus in jeder Stufe des mehrstufigen Mahlsystems eingebracht. In diesem Zusammenhang, sollte bei den sich ändernden Eigenschaften der Mahlprodukte im Steuerungssystem eine aktive permanente Suche der Regelparameter für die optimalen Mahlvorgänge gewährleistet werden. Im Steuerungssystem des Mahlvorganges für die Anlage des dreistufigen Mahlens, die im geschlossenen Zyklus mit Spiralklassierer im ersten Mahlstadium und mit Hydrozyklonanlagen im zweiten und im dritten Mahlstadien funktioniert, wird das Suchsystem aufgrund der Gradientmethode verwendet.

[0007] Als Gradient werden die Vorzeichen der partiellen Ableitungen von den Abhängigkeiten der Parameter des Mahl-, Klassifizierungsvorganges verwendet.

[0008] Die Aufgaben dieser Steuerung sind:

Erhalt beim Mahlablauf der gewünschten Korngröße bei höchstmöglicher Leistung der Rohstoffverarbeitung in jedem technologischen Mahlstadium beim Erhalt des minimalen Energieverbrauches und Gewährleistung des höchsten Wirkungsgrades in jedem Stadium.

[0009] In der dreistufigen technologischen Struktur der Vermahlung muss Überlast- und Unterlastschutz der Mahleinrichtungen der ersten, zweiten und dritten Stufe vorgesehen werden, wobei jede Stufe fähig sein soll, einen Schutz vor ungünstigen Zustand einer der nachfolgenden Stufe zu beinhalten.

[0010] Das Problem wird durch Nutzung einer Reihe von indirekt ermittelten Werte gelöst, die die Mahleffizienz der Mahleinrichtungen erster, zweiter und dritter Stufe bezeichnen, um die Abhängigkeit der Mahlparameter der kontrollierten Mahleinrichtung von den Mahlparametern der vorhergehenden Mahleinrichtungen festzustellen.

[0011] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0012] Die zweitgenannte Aufgabe wird gelöst durch eine Mahlanlage mit den Merkmalen des Patentanspruches 10. Erfindungsgemäß weist eine derartige Mahlan-

lage mehrere Stufen auf, wobei eine Stufe jeweils eine Mahleinrichtung zum Mahlen eines Stoffes, eine Trenneinrichtung zur Klassierung des gemahlten Stoffes und einen Separator umfasst. Die Mahlanlage weist ferner eine Steuer-/Regeleinheit auf, in der eine Software zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens implementiert ist.

[0013] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden.

[0014] Für eine weitere Beschreibung der Erfindung wird auf die Ausführungsbeispiele der Zeichnungen verwiesen. Es zeigen jeweils in einer schematischen Prinzipskizze:

- FIG 1 eine Mahlanlage,
- FIG 2 ein Diagramm mit der qualitativen Abhängigkeit der Energieintensität E von der Produktivität nach Ausgangserz Qr₁,
- FIG 3 ein Diagramm mit der qualitativen Abhängigkeit der Umlaufbelastung C1 von der Produktivität nach Ausgangserz Qr₁,
- FIG 4 ein Diagramm mit der qualitativen Abhängigkeit der Energieintensität E vom Verhältnis «Flüssig/Feststoff» W/F,
- FIG 5 ein Diagramm mit der qualitativen Abhängigkeit der Mühlenbeschickung V1 von der Energieintensität E,
- FIG 6 ein Diagramm mit der qualitativen Abhängigkeit der Mühlenproduktivität nach Ausgangserz Qr₁ von der Aufnahmeleistung Ps₁ des Separatormotors,
- FIG 7 ein Diagramm mit der qualitativen Abhängigkeit der Beschickung der Mahleinrichtung (2. Stufe) V2 von der Energieintensität E2ps,
- FIG 8 ein Diagramm mit der qualitativen Abhängigkeit der Beschickung der Mahleinrichtung (2. Stufe) V2 von der Energieintensität E2rc gz,
- FIG 9 ein Diagramm mit der qualitativen Abhängigkeit der Beschickung der Mahleinrichtung (2. Stufe) V2 von der Energieintensität nach Ausgangserz E2pg,
- FIG 10 ein Diagramm mit der qualitativen Abhängigkeit der Energieintensität (2. Stufe) E von der Beschickung der Mahleinrichtung (2. Stufe) V2,

- FIG 11 ein Diagramm mit der qualitativen Abhängigkeit der Beschickung der Mahleinrichtung (2. Stufe) V2 von der Produktivität nach Ausgangserz Qr₁,
- FIG 12 ein Diagramm mit der qualitativen Abhängigkeit der Beschickung der Mahleinrichtung (3. Stufe) V3 von der Motorleistung der Mahleinrichtung (3. Stufe) Pdv₃,
- FIG 13 ein Diagramm mit der qualitativen Abhängigkeit der Energieintensität (3. Stufe) E3ps von der Energieintensität (2. Stufe) E2ps,
- FIG 14 ein Diagramm mit der qualitativen Abhängigkeit der Beschickung der Mahleinrichtung (3. Stufe) V3 von der Beschickung der Mahleinrichtung (2. Stufe) V2,
- FIG 15 ein Diagramm mit der qualitativen Abhängigkeit der Beschickung der Mahleinrichtung (3. Stufe) V3 von der Produktivität der Mahleinrichtung nach Ausgangserz Qr₁,
- FIG 16 ein Diagramm mit der qualitativen Abhängigkeit der Beschickung der Mahleinrichtung (3. Stufe) V3 definiert nach Ablaufeinheit des Separators (3. Stufe) E3k,
- FIG 17 ein Diagramm mit der qualitativen Abhängigkeit der Mühlenbeschickung (3. Stufe) V3 von der Energieintensität definiert nach Ablaufeinheit des Separators (3. Stufe) E3Rclg,
- FIG 18 ein Diagramm mit der qualitativen Abhängigkeit der Energieintensität E3Rclg vom Fertigungsklasseanteil im Überlauf des Separators (3. Stufe) Scl₃,
- FIG 19 ein Diagramm mit der qualitativen Abhängigkeit der Energieintensität E3Rclg von der Motorleistung der Mahleinrichtung (3. Stufe) Pdv₃,
- FIG 20 ein Diagramm mit der qualitativen Abhängigkeit der Energieintensität E3Rclg von der Motorleistung des Separators (1. Stufe) Ps₁.

[0015] FIG 1 zeigt eine mehrstufige Mahlanlage 2, mit der ein zu mahlender Stoff S, wie bspw. Eisenerz enthaltendes Gestein gemahlen und klassiert wird. Die Mahlanlage umfasst drei Stufen, eine erste Stufe A, eine zweite Stufe B und eine dritte Stufe C. Der zu mahlende Stoff S wird zunächst der ersten Stufe A der Mahleinrichtung zugeführt, wo er zunächst einer Mahleinrichtung 4A zugeführt und gemahlen wird. Außerdem verfügt die Mahleinrichtung 4A über eine Wasserzufuhr 5A. Nach dem Mahlvorgang gelangt der gemahlene Stoff S in eine

Trenneinrichtung 6A wie einen Klassierer, in welcher der gemahlene Stoff S abhängig von der Körnung bzw. Korngröße getrennt, also klassiert wird. Dabei verlassen ausreichend gemahlene Teilchen des Stoffes S die Trenneinrichtung 6A über den Überlauf 8A, die nicht ausreichend gemahlene Teilchen verlassen die Trenneinrichtung 6A durch den Unterlauf 10A und werden zur Mahleinrichtung 4A zurückgeführt. Die die Mahleinrichtung 4A durch den Überlauf 8 verlassenden Teilchen werden anschließend einem Separator 12A, im Ausführungsbeispiel einem Magnetseparator zugeführt. Dieser ist dazu ausgelegt, ferromagnetische Teile des gemahlene Stoffes S von nichtmagnetischen zu trennen. Die ferromagnetischen Teile verlassen den Separator 12A als Zwischenprodukt am Ausgang 15A, hier im Ausführungsbeispiel der ersten Abscheidungsstufe. Die nicht-ferromagnetischen Teile verlassen den Separator 12A in dessen Tailing 13A.

[0016] Das Zwischenprodukt des Stoffes S wird dann zur weiteren Bearbeitung der zweiten Stufe B der Mahlanlage 2 zugeführt. Dort gelangt dieses zunächst in einen Tank 16B, welcher eine Wasserzufuhr 18B aufweist. Mittels einer Pumpe 20B wird der Stoff S in eine Trenneinrichtung 6B, in diesem Fall ein Hydrozyklon gepumpt, in welchem eine Trennung des Stoffes S nach vorgegebenen Kriterien erfolgt. Die Trenneinrichtung 6B weist einen Überlauf 22B und einen Unterlauf 24B auf. Teilchen, die den die Trenneinrichtung 6B durch den Überlauf 22B verlassen, werden zur dritten Stufe C der Mahlanlage 2 geführt, während Teilchen die die Trenneinrichtung 6B durch den Unterlauf 24B verlassen in eine weitere Mahleinrichtung 4B gelangen. Der Mahleinrichtung 4B nachgeschaltet ist ein weiterer Separator 12B, wiederum ein Magnetseparator. Die ferromagnetischen Teile verlassen den Separator 12B am Ausgang 15B und werden zu dem Tank 16B zurückgeführt. Die nicht-ferromagnetischen Teile verlassen den Separator 12B in dessen Tailing 13B.

[0017] Die dritte Stufe C der Mahlanlage entspricht dem Aufbau nach der zweiten Stufe B. Sie umfasst einen Tank 16C mit einer Wasserzufuhr 18C, eine Pumpe 20C, eine Trenneinrichtung 6C mit einem Überlauf 22C, durch den das Fertigprodukt die Trenneinrichtung 6C verlässt und einen Unterlauf 24C, durch den eine Mahleinrichtung 4C beschickt wird. Des Weiteren umfasst die dritte Stufe C einen Separator 12C mit einem Tailing 13C und einem Ausgang 15C.

[0018] Des Weiteren umfasst die Mahlanlage 2 Messeinrichtungen zur Erfassung von Messgrößen 14, die zur Steuerung/Regelung der Mahlanlage 2 verwendet werden. Es handelt sich dabei im Einzelnen um eine Messeinrichtung 26A zur Erfassung der Beschickung der Mahleinrichtung 4A mit dem zu mahlenden Stoff S, eine Messeinrichtung 28A zur Erfassung des Wasserverbrauchs, eine Messeinrichtung 30A zur Erfassung des Gewichts der Sande der Trenneinrichtung 6A, eine Messeinrichtung 32A zur Erfassung der Antriebsleistung der Trenneinrichtung 6A, eine Messeinrichtung 34A zur Er-

fassung des Füllvolumens der Mahleinrichtung 4A, eine Messeinrichtung 36A zur Erfassung der Antriebsleistung der Mahleinrichtung 4A, eine Messeinrichtung 38A zur Erfassung der Pulpedichte, eine Messeinrichtung 40A zur Erfassung der Antriebsleistung des Separators 12A, eine Messeinrichtung 42B zur Erfassung des Pulpedrucks, eine Messeinrichtung 46B zur Erfassung der Pulpedichte, eine Messeinrichtung 34B zur Erfassung des Füllvolumens der Mahleinrichtung 4B, eine Messeinrichtung 36B zur Erfassung der Antriebsleistung der Mahleinrichtung 4B, eine Messeinrichtung 42C zur Erfassung des Pulpedrucks, eine Messeinrichtung 44C zur Erfassung der Fertigungsklasse, eine Messeinrichtung 46C zur Erfassung der Pulpedichte, eine Messeinrichtung 34C zur Erfassung des Füllvolumens der Mahleinrichtung 4C, eine Messeinrichtung 36C zur Erfassung der Antriebsleistung der Mahleinrichtung 4C.

[0019] Außerdem umfasst die Mahlanlage 2 diverse Regler, die den Mahlprozess regeln. Es handelt sich dabei um einen Regler 50A zur Beschickung der Mahleinrichtung 4A mit dem zu mahlenden Stoff S, einen Regler 52A zur Regelung der Wasserzufuhr 5A, einen Regler 54B zur Regelung der Wasserzufuhr 18B, einen Regler 56B zur Regelung der Drehzahl der Pumpe 20B, einen Regler 54C zur Regelung der Wasserzufuhr 18C, einen Regler 56C zur Regelung der Drehzahl der Pumpe 20C.

[0020] Die Messgrößen 14 werden von einer Steuer-/Regeleinheit 60 erfasst. Diese berechnet anhand der Messgrößen 14 Steuergrößen 62, welche sie an die oben genannten Regler weiterleitet. Die Mahlanlage 2 wird nun mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens gesteuert/geregelt. Dazu werden die folgenden Schritte durchgeführt:

- a) es werden mindestens ein für den Betrieb der Mahlanlage charakteristischer erster Parameter und ein zweiter Parameter ermittelt,
- b) es wird die Ableitung des ersten Parameters nach dem zweiten Parameter ermittelt,
- c) es wird das Vorzeichen der Ableitung ermittelt,
- d) die Mahlanlage wird in Abhängigkeit des Vorzeichens der Ableitung gesteuert und/oder geregelt.

[0021] Die Steuerung/Regelung erfolgt durch die Nutzung einiger Regelkreise und der im Folgenden aufgeführten Parameter nach dem vorstehend genannten Schema.

[0022] Die Steuerung/Regelung erfolgt anhand eines Regelkreises der Leistung der Mahleinrichtung 4A erster Stufe A bei der optimalen Zirkulationsbelastung "Mahleinrichtung 4A - Trenneinrichtung 6A" und bei der Optimierung der Beladung des Separators 12A.

[0023] Eine Regulierung der optimalen Mahleinrichtungsleistung je nach Ausgangserz wird unter der Bedingung der im angegebenen Bereich stabilisierten Pulpendichte des Mahleinrichtungsabflusses, der Minimierung des Energieverbrauchs für Produktvermahlung, der Maximierung der Leistung der Mahleinrichtung 4A über Aus-

gangserz durchgeführt.

[0024] Eine Suche nach Zonen der optimalen Beladung der Mahleinrichtung 4A der ersten Stufe A wird aufgrund der nichtlinearen Abhängigkeiten ausgeführt: $E=f(Qr1)$ (vgl. FIG 2); $C1=f(Qr1)$, (vgl. FIG 3); $Qr1=f(Ps1)$ (vgl. FIG 6).

[0025] Zwecks Realisierung dieser Optimierungsaufgabe werden Vorgaben an den Regler 50A erteilt. Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass sich die schrittweise Mühleneinspeisung erhöht:

- beim positiven Wert des Verhältnisses der Ableitung der Leistung nach Ausgangserz $Qr1$ zur Zirkulationslast $C1$ (vgl. FIG 3),
- beim positiven Wert des Verhältnisses der Ableitung der Leistung $Qr1$ zur Ableitung der Motorleistungen von dem Separator 12A $Ps1$ (vgl. FIG 6),
- beim positiven Wert der Ableitung der Leistung im Laufe der Zeit Qr , beim negativen Wert der Ableitung des Energieaufwandes E im Laufe der Zeit (vgl. FIG 2).

[0026] Ferner zeichnet sich das erfindungsgemäße Verfahren dadurch aus, dass sich die schrittweise Mühleneinspeisung reduziert:

- beim negativen Wert des Verhältnisses der Ableitung der Leistung nach Ausgangserz $Qr1$ zur Zirkulationslast $C1$ (vgl. FIG 3),
- beim negativen Wert des Verhältnisses der Ableitung der Leistung $Qr1$ zur Ableitung der Motorleistungen von dem Separator 12 $Ps1$ (vgl. FIG 6),
- beim negativen Wert der Ableitung der Leistung im Laufe der Zeit Qr , beim positiven Wert der Ableitung des Energieaufwandes im Laufe der Zeit E (vgl. FIG 2).

[0027] Die Mühlenleistung nach dem Ausgangserz wird stabilisiert:

- beim Nullwert des Verhältnisses der Ableitung der Leistung nach Ausgangserz $Qr1$ zur Zirkulationslast $C1$ (vgl. FIG 3),
- beim Nullwert des Verhältnisses der Ableitung der Leistung $Qr1$ zur Ableitung der Motorleistungen von dem Separator 12 $Ps1$ (vgl. FIG 6).

[0028] Die Steuerung/Regelung erfolgt ferner anhand eines Regelkreises der Beladung von Mahleinrichtung 4A erster Stufe A und des Verhältnisses Flüssigkeit / Feststoff bei minimalem Stromverbrauch.

[0029] Die Regulierung der optimalen Leistung der Mahleinrichtung 4A je nach Ausgangserz wird unter der Bedingung der im angegebenen Bereich stabilisierten Pulpendichte des Abflusses der Mahleinrichtung 4A, der Minimierung des Energieverbrauchs für Produktvermahlung realisiert.

[0030] Eine Suche nach Zonen der optimalen Bela-

dung der Mahleinrichtung 4A der ersten Stufe A wird aufgrund der nichtlinearen Abhängigkeiten ausgeführt: $E=f(W/F)$ (vgl. FIG 4); $E=f(V1)$, (vgl. FIG 5).

[0031] Es werden die Sollwerte für den Regler 50A und 52A eingegeben.

[0032] Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass sich die Beladungsmenge der Mahleinrichtung 4A von Steuergröße des Reglers 50A erhöht:

Bei einem negativen Wert des Verhältnisses von Ableitung der Ausgangserzbeladungsmenge $V1$ zur Ableitung der Energieaufnahme E (vgl. FIG 5).

[0033] Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass sich die Beladungsmenge der Mahleinrichtung 4A von Steuergröße des Reglers 50A reduziert:

Bei einem positiven Wert des Verhältnisses der Ableitung der Ausgangserzbeladungsmenge $V1$ zur Ableitung der Energieaufnahme E (vgl. FIG 5).

[0034] Der Wasserverbrauch in der Mahleinrichtung 4A wird durch Regler 52A erhöht, bei der konstanten Erzzufuhr in die Mahleinrichtung 4A im vorgegebenen Zeitabstand:

Bei den negativen Werten des Verhältnisses von der Ableitung der Energieaufnahme E zur Ableitung des Verhältnisses Flüssigkeit / Feststoff in der Mahleinrichtung 4A W/F (vgl. FIG 4) .

[0035] Der Wasserverbrauch in der Mahleinrichtung 4A wird durch Regler 52A reduziert, bei der konstanten Erzzufuhr in die Mahleinrichtung 4A im vorgegebenen Zeitabstand:

Bei den positiven Werten des Verhältnisses von der Ableitung der Energieaufnahme E zur Ableitung des Verhältnisses Flüssigkeit / Feststoff in der Mahleinrichtung 4A W/F (vgl. FIG 4) .

[0036] Die Leistung der Mahleinrichtung 4A je nach Ausgangserz wird beim Nullwert des Verhältnisses der Ableitung der Leistung je nach Ausgangserz $Qr1$ zur Zirkulationslast $C1$ (vgl. FIG 3), beim Nullwert des Verhältnisses der Ableitung von der Leistung der Mahleinrichtung 4A $Qr1$ zur Ableitung der Motorleistung des Separators 12A $Ps1$ (vgl. FIG 6) stabilisiert.

[0037] Die Wasserzufuhr 5A in die Mahleinrichtung 4A wird beim Nullwert des Verhältnisses der Ableitung der Energieaufnahme E zur Ableitung des Verhältnisses Flüssigkeit/ Feststoff in der Mahleinrichtung 4A W/F stabilisiert (vgl. FIG 4).

[0038] Die Steuerung/Regelung der Mahlanlage 2 erfolgt ferner anhand eines Regelkreises für die Füllmenge der Mahleinrichtung 4B zweiter Stufe B als Funktion der

Leistungsaufnahme vom Motor der Mahleinrichtung 4A und des Separators 12A, der Leistung je nach Ausgangserz erster Stufe A, der Minimierung der Energieaufnahme je nach Mahlangaben in der ersten Stufe A, je nach Ausgangserzverarbeitung und der vorgegebenen Produktgröße des Überlaufs 22B der Trenneinrichtung 6B zweiter Stufe B.

[0039] Kreisaufgabe: Die optimale Beladungsmenge der Mahleinrichtung 4B zweiter Stufe B mit dem Sand der Trenneinrichtung 6B unter Berücksichtigung der Ausgangserzbeladung, der Effizienz des Abscheidungsverfahrens der ersten Stufe A und der Effizienz des Klassierungsverfahrens der Trenneinrichtung 4B zweiter Stufe B aufrechterhalten, die Überladungs- und Minderladungsänderung der Mahleinrichtung 4B wegen der Anregungen innerhalb des Zyklus der ersten und zweiten Stufe A, B vorbeugen.

[0040] Eine Regulierung der optimalen Leistung der Mahleinrichtung 4A je nach Ausgangserz wird unter der Bedingung der im angegebenen Bereich stabilisierten Pulpendichte des Abflusses der Mahleinrichtung 4A, der Minimierung des Energieverbrauchs für die Produktvermahlung durchgeführt.

[0041] Eine Suche nach Zonen der optimalen Beladung der Mahleinrichtung 4B der zweiten Stufe B wird aufgrund der nichtlinearen Abhängigkeiten ausgeführt: $V2=f(E2rcgz)$ (vgl. FIG 8); $V2=f(E2ps)$ $E2ps=Pdv2/Ps1$ (vgl. FIG 7); $EP2=f(V2)$ (vgl. FIG 10); $V2=f(Qr1)$ (vgl. FIG 11); $V2=f(E2pq)$ (vgl. FIG 9).

[0042] Es werden die Sollwerte für den Regler 50A und für die Regler 54B, 56B unter Berücksichtigung der Pumpendrehzahlregelung eingegeben. Um die Überbeladung und Minderbeladung der Mahleinrichtung 4B zweiter Stufe B vorzubeugen, werden die Beladungen der Mahleinrichtung 4A erster Stufe A reguliert.

[0043] Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass, die Leistung der Mahleinrichtung 4A erster Stufe A je nach Ausgangserz sich erhöht bei Minderbeladung der Mahleinrichtung 4B zweiter Stufe B unter den folgenden Bedingungen:

- beim negativen Wert der Ableitung der Sandbeladungsmenge der Mahleinrichtung 4B zweiter Stufe B V2 im Laufe der Zeit und beim negativen Wert der Ableitung des Ausgangserzgewichtes erster Stufe A Qr1 im Laufe der Zeit (vgl. FIG 11),
- beim negativen Wert der Ableitung der Sandbeladungsmenge der Mahleinrichtung 4B zweiter Stufe B V2 im Laufe der Zeit und beim positiven Wert der Ableitung der Energieaufnahme, ausgewertet als Verhältnis der Motorleistung der Mahleinrichtung 4B zweiter Stufe B zur Motorenleistung des Separators 12A E2ps im Laufe der Zeit (vgl. FIG 7),
- beim positiven Wert des Verhältnisses von Ableitung der Sandbeladungsmenge der Mahleinrichtung 4B zweiter Stufe B V2 zur Ableitung der Energieaufnahme der Mahleinrichtung 4B zweiter Stufe B E (vgl. FIG 10),

- beim negativen Wert der Ableitung der Sandbeladungsmenge der Mahleinrichtung 4B zweiter Stufe B V2 im Laufe der Zeit und beim positiven Wert der Ableitung der Energieaufnahme je nach Dichte der fertigen Klasse im Überlauf 22B der Trenneinrichtung 6B zweiter Stufe B E2rc gz im Laufe der Zeit (vgl. FIG 8),
- beim negativen Wert der Ableitung der Sandbeladungsmenge der Mahleinrichtung 4B zweiter Stufe B V2 im Laufe der Zeit und beim positiven Wert der Ableitung der Energieaufnahme, ausgewertet als Verhältnis der Motorleistung der Mahleinrichtung 4B zweiter Stufe B zur Arbeitsleistung erster Stufe je nach Ausgangserz E2pg im Laufe der Zeit (vgl. FIG 9), - beim negativen Wert der Energieaufnahme je nach Leistung des Separators 12A dritter Stufe C E3ps im Laufe der Zeit und beim negativen Wert der Energieaufnahme in der Mahleinrichtung 4B zweiter Stufe je nach Leistung des Separators 12A E2ps im Laufe der Zeit (vgl. FIG 13).

[0044] Die Leistung der Mahleinrichtung 4A erster Stufe A je nach Ausgangserz reduziert sich bei Überbeladung der Mahleinrichtung 4B zweiter Stufe B unter den folgenden Bedingungen:

- beim positiven Wert der Ableitung der Sandbeladungsmenge der Mahleinrichtung 4B zweiter Stufe B V2 im Laufe der Zeit und beim positiven Wert der Ableitung des Ausgangserzgewichtes erster Stufe A Qr1 im Laufe der Zeit (vgl. FIG 11),
- beim positiven Wert der Ableitung der Sandbeladungsmenge der Mahleinrichtung 4B zweiter Stufe B V2 im Laufe der Zeit und beim negativen Wert der Ableitung der Energieaufnahme, ausgewertet als Verhältnis der Motorleistung der Mahleinrichtung 4B zweiter Stufe B zur Motorenleistung des Separators 12A E2ps im Laufe der Zeit (vgl. FIG 7),
- beim negativen Wert des Verhältnisses von Ableitung der Sandbeladungsmenge der Mahleinrichtung 4B zweiter Stufe B V2 zur Ableitung der Energieaufnahme der Mahleinrichtung 4B zweiter Stufe B E (vgl. FIG 10),
- beim positiven Wert der Ableitung der Sandbeladungsmenge der Mahleinrichtung 4B zweiter Stufe B V2 im Laufe der Zeit und beim negativen Wert der Ableitung der Energieaufnahme je nach Dichte der fertigen Klasse im Überlauf 22B der Trenneinrichtung 6B zweiter Stufe B E2rc gz im Laufe der Zeit (vgl. FIG 8),
- beim positiven Wert der Ableitung der Sandbeladungsmenge der Mahleinrichtung 4B zweiter Stufe B V2 im Laufe der Zeit und beim negativen Wert der Ableitung der Energieaufnahme, ausgewertet als Verhältnis der Motorleistung der Mahleinrichtung 4B zweiter Stufe B zur Arbeitsleistung erster Stufe je nach Ausgangserz E2pg im Laufe der Zeit (vgl. FIG 9),

- beim positiven Wert der Energieaufnahme je nach Leistung des Separators 12A dritter Stufe C E3ps im Laufe der Zeit und beim positiven Wert der Energieaufnahme in der Mahleinrichtung 4B zweiter Stufe je nach Leistung des Separators 12AE2ps im Laufe der Zeit (vgl. FIG 13).

[0045] Die Leistung der Mahleinrichtung 4A je nach Ausgangserz erster Stufe A wird beim Nullwert des Verhältnisses der Ableitung von der Beladungsmenge der Mahleinrichtung 4B zweiter Stufe B V2 zur Energieaufnahme der Mahleinrichtung 4B zweiter Stufe E (vgl. FIG 10) stabilisiert.

[0046] Die Steuerung/Regelung der Mahlanlage 2 erfolgt ferner anhand eines Regelkreises der Beladungsmenge der Mahleinrichtung 4C dritter Stufe C je nach Angaben der Produktenvermahlung in den Mahleinrichtungen 4A, 4B, 4C erster, zweiter und dritter Stufen A, B, C.

[0047] Kreisaufgabe: Die optimale Beladungsmenge der Mahleinrichtung 4C dritter Stufe C mit dem Sand der Trenneinrichtung 6C unter Berücksichtigung der Beladungsmenge der Mahleinrichtung 4B zweiter Stufe B und der Arbeitsleistung erster Stufe A je nach Ausgangserz, der Effizienz der Abscheidungsvorgang erster Stufe A bei der maximalen Verarbeitung des Ausgangserzes erster Stufe aufrechterhalten, dabei soll die optimale Beladung der Mahleinrichtung 4C dritter Stufe C ohne Überbeladung und Minderbeladung der Mahleinrichtung 4C dritter Stufe C wegen der Anregungen der Zirkulationslasten innerhalb des Zyklus des mehrstufigen Konzeptes gesichert werden.

[0048] Eine Regulierung der optimalen Leistung der Mahleinrichtung 4C je nach Ausgangserz wird unter der Bedingung der im angegebenen Bereich stabilisierten Pulpen dichte des Abflusses der Mahleinrichtung, der Minimierung des Energieverbrauchs für Produktvermahlung durchgeführt.

[0049] Eine Suche nach Zonen der optimalen Beladung der Mahleinrichtung 4C der dritten Stufe C wird aufgrund der nichtlinearen Abhängigkeiten ausgeführt: $V3=f(V2)$ (vgl. FIG 14); $V3=f(Qr1)$ (vgl. FIG 15); $V3=f(E3\kappa 0.045)$ (vgl. FIG 16); $V3=f(Pdv3)$ (vgl. FIG 12); $E2ps=f(E3ps)$ (vgl. FIG 13).

[0050] Eine Regulierung der Mahlvorgänge dritter Stufe C gemäß Funktion $V3=f(Q_1)$ (vgl. FIG 15) wird unter Berücksichtigung der Transportverzögerung dT des Regulierungsparameters in der dritten Stufe C, ausgewertet laut Ausdruck $dT=T3-T1,2$, durchgeführt, wobei $T3$ -Dauer der Parameterregelung in der dritten Stufe C der Vermahlung, $T1,2$ -Dauer der Parameterregelung in der ersten, zweiten Stufen der Vermahlung ist.

[0051] Es wird der Sollwert für den Regler 50A unter Berücksichtigung der Transportzeitvorgabe (Transportverzögerung) des Regelparameters dT für die dritte Stufe C eingegeben. Zwecks Nichtzulassung der Überbeladungen oder Minderbeladungen der Mahleinrichtung 4C dritter Stufe C werden die Beladungen der Mahleinrich-

tungen 4A der ersten A Stufe reguliert.

[0052] Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass, die Leistung der Mahleinrichtung 4A erster Stufe A je nach Ausgangserz sich bei Minderbeladung der Mahleinrichtung 4C dritter Stufe C unter den folgenden Bedingungen erhöht:

- beim negativen Wert der Ableitung der Sandbeladungsmenge der Mahleinrichtung 4C dritter Stufe C V3 im Laufe der Zeit und beim negativen Wert der Ableitung des Beladungsmenge Mahleinrichtung 4B zweiter Stufe B V2 im Laufe der Zeit (vgl. FIG 14),
- beim negativen Wert der Ableitung der Sandbeladungsmenge der Mahleinrichtung 4C dritter Stufe C V3 im Laufe der Zeit und beim negativen Wert der Ableitung der Leistung der Mahleinrichtung 4A erster Stufe A Qr1 je nach Ausgangserz im Laufe der Zeit (vgl. FIG 15),
- beim negativen Wert der Ableitung der Sandbeladungsmenge der Mahleinrichtung 4C dritter Stufe C V3 im Laufe der Zeit und beim positiven Wert der Ableitungen der fertigen Klasse von der dritten Klassifizierungsstufe E3 im Laufe der Zeit (vgl. FIG 16),
- beim positiven Wert des Verhältnisses der Ableitung der Sandbeladungsmenge der Mahleinrichtung 4C V3 zur Ableitung der Motorleistung der Mahleinrichtung 4C dritter Stufe C Pdv3 (vgl. FIG 12),
- beim positiven Wert der Energieaufnahme je nach Leistung des Separators 12A dritter Stufe C E3ps im Laufe der Zeit und positiven Wert der Energieaufnahme des Separators 12A zweiter Stufe B E2ps im Laufe der Zeit (vgl. FIG 13).

[0053] Die Leistung der Mahleinrichtung 4A erster Stufe A je nach Ausgangserz reduziert sich bei Überbeladung der Mahleinrichtung 4C dritter Stufe C unter den folgenden Bedingungen:

- beim positiven Wert der Ableitung der Sandbeladungsmenge der Mahleinrichtung 4C dritter Stufe C V3 im Laufe der Zeit und beim positiven Wert der Ableitung des Beladungsmenge Mahleinrichtung 4B zweiter Stufe B V2 im Laufe der Zeit (vgl. FIG 14),
- beim positiven Wert der Ableitung der Sandbeladungsmenge der Mahleinrichtung 4C dritter Stufe C V3 im Laufe der Zeit und beim positiven Wert der Ableitung der Leistung der Mahleinrichtung 4A erster Stufe A Qr1 je nach Ausgangserz im Laufe der Zeit (vgl. FIG 15),
- beim positiven Wert der Ableitung der Sandbeladungsmenge der Mahleinrichtung 4C dritter Stufe C V3 im Laufe der Zeit und beim negativen Wert der Ableitungen der fertigen Klasse von der dritten Klassifizierungsstufe E3 im Laufe der Zeit (vgl. FIG 16),
- beim negativen Wert des Verhältnisses der Ableitung der Sandbeladungsmenge der Mahleinrichtung 4C V3 zur Ableitung der Motorleistung der Mahleinrichtung 4C dritter Stufe C Pdv3 (vgl. FIG 12),

- beim negativen Wert der Energieaufnahme je nach Leistung des Separators 12A dritter Stufe C E3ps im Laufe der Zeit und negativen Wert der Energieaufnahme des Separators 12A zweiter Stufe B E2ps im Laufe der Zeit (vgl. FIG 13).

[0054] Die Leistung der Mahleinrichtung 4A je nach Ausgangserz erster Stufe A wird beim Nullwert des Verhältnisses der Ableitung von der Beladungsmenge der Mahleinrichtung 4C dritter Stufe C V3 zur Ableitung der Motorleistung der Mahleinrichtung 4C Pdv3 stabilisiert (vgl. FIG 12).

[0055] Die Steuerung/Regelung der Mahlanlage 2 erfolgt ferner anhand eines Regelkreises der Beladungsmenge der Mahleinrichtung 4C dritter Stufe C nach dem Kriterium der Minimierung vom Energieaufkommen für die Vermahlung und Klassifizierung der Ausgangserzprodukte.

[0056] Kreisaufgabe: Die optimale Beladungsmenge der Mahleinrichtung 4C dritter Stufe mit dem Sand der Trenneinrichtung 6C unter Berücksichtigung der Minimierung des Verbrauchs vom Energieaufkommen beim gegebenen Gehalt der fertigen Klasse in der Trenneinrichtung 6C dritter Stufe C, bei möglichst maximaler Leistung der Mahleinrichtung 4A erster Stufe A unter Berücksichtigung der maximalen Beladung des Separators 12A erster Stufe A. Dabei sollen die Überbeladungen und Minderbeladungen der Mahleinrichtungen 4B, 4C zweiter, dritter Stufe B, C wegen der Anregungen der Zirkulationslasten innerhalb des Zyklus des mehrstufigen Konzeptes gesichert werden.

[0057] Eine Regulierung der optimalen Leistung der Mahleinrichtung 4A je nach Ausgangserz wird unter der Bedingung der im angegebenen Bereich stabilisierten Pulpendichte des Abflusses der Mahleinrichtung 4A.

[0058] Eine Suche nach Zonen der optimalen Beladung der Mahleinrichtung 4C der dritten Stufe C wird aufgrund der nichtlinearen Abhängigkeiten ausgeführt: $V3=f(E3Rclg)$ $E3Rclg=Pdv3/Rclg$ (vgl. FIG 17); $E3Rclg=f(K\ 0.045)$ $K\ 0.045=Scl3$ (vgl. FIG 18); $E\ 0,045=f(Pdv3)$ (vgl. FIG 19); $E3Rclg=f(Ps1+Ps2)$ (vgl. FIG 20).

[0059] Es wird der Sollwert für den Regler 50A, 56C und 54C unter Berücksichtigung der Speisedichte der Trenneinrichtung 6C gegeben.

[0060] Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass der Gehalt der fertigen Klasse im Überlauf 22C der Trenneinrichtung 6C dritter Stufe C bei Minderladung der Mahleinrichtung 4C dritter Stufe C unter Bedingungen der Regelung in Richtung der Geschwindigkeitszunahme der Pumpe 20C bei Minimierung der Energieaufnahme sich erhöht:

- beim negativen Wert der Ableitung der Energieaufnahme je nach Dichte des Abflussproduktes E3Rclg im Laufe der Zeit, beim negativen Wert der Ableitung des Beladungsmenge der Mahleinrichtung 4C V3 im Laufe der Zeit (vgl. FIG 17),
- bei positiven Werten der Ableitung der Energieauf-

nahme je nach Dichte Kl. 0.045 mm E3Rclg im Laufe der Zeit, bei negativen Werten der Ableitung des Gehaltes der fertigen Klasse 0.045 mm Scl3 im Laufe der Zeit (vgl. FIG 18),

- 5 - bei negativen Werten der Ableitung der Motorleistung der Mahleinrichtung 4C Pdv3 im Laufe der Zeit, bei negativen Werten der Ableitung der Energieaufnahme je nach Schlammabflussdichte der Trenneinrichtung 6C E3Rclg im Laufe der Zeit (vgl. FIG 19),
- 10 - bei negativen Werten der Ableitung der Energieaufnahme der Pulpendichte E3Rclg im Laufe der Zeit, bei negativen Werten der Zeitableitung von Motorleistung des Separators 12A Ps1 (vgl. FIG 20).

15 **[0061]** Der Gehalt der fertigen Klasse im Überlauf 22C der Trenneinrichtung 6C dritter Stufe C bei Minderladung der Mahleinrichtung 4C dritter Stufe C unter Bedingungen der Regelung in Richtung der Geschwindigkeitsreduzierung der Pumpe 20C bei Minimierung der Energieaufnahme reduziert sich:

- 20 - beim positiven Wert der Ableitung der Energieaufnahme je nach Dichte des Abflussproduktes E3Rclg im Laufe der Zeit, beim positiven Wert der Ableitung des Beladungsmenge der Mahleinrichtung 4C V3 im Laufe der Zeit (vgl. FIG 17),
- 25 - bei negativen Werten der Ableitung der Energieaufnahme je nach Pulpendichte E3Rclg im Laufe der Zeit, bei positiven Werten der Ableitung des Gehaltes der fertigen Klasse 0.045 mm Scl3 im Laufe der Zeit (vgl. FIG 18),
- 30 - bei positiven Werten der Ableitung der Motorleistung der Mahleinrichtung 4C Pdv3 im Laufe der Zeit, bei positiven Werten der Ableitung der Energieaufnahme je nach Schlammabflussdichte der Trenneinrichtung 6C E3Rclg im Laufe der Zeit (vgl. FIG 19),
- 35 - bei positiven Werten der Ableitung der Energieaufnahme der Produktgröße Kl. 0.045 mm E3Rclg im Laufe der Zeit, bei positiven Werten der Zeitableitung von Motorleistung des Separators 12A Ps1 (vgl. FIG 20).

40 **[0062]** Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

50

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung einer mehrstufigen Mahlanlage (2), wobei eine Stufe (A, B, C) jeweils eine Mahleinrichtung (4A, 4B, 4C) zum Mahlen eines Stoffes (S), eine Trenneinrichtung (6A, 6C, 6D) zur Klassierung des gemahlten Stoffes (S) und einen Separator (12A, 12B, 12C) umfasst, mit

folgenden Schritten:

- a) es werden mindestens ein für den Betrieb der Mahlanlage (2) charakteristischer erster Parameter und ein zweiter Parameter ermittelt,
- b) es wird die Ableitung des ersten Parameters nach dem zweiten Parameter ermittelt,
- c) es wird das Vorzeichen der Ableitung ermittelt,
- d) die Mahlanlage (2) wird in Abhängigkeit des Vorzeichens der Ableitung gesteuert und/oder geregelt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Mahlanlage (2) drei Stufen (A, B, C) aufweist.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem als erster Parameter die Leistung nach Ausgangserz (Qr1) der Mahleinrichtung (4A) und als zweiter Parameter die Zirkulationslast (C1) verwendet wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem als erster Parameter die Leistung nach Ausgangserz (Qr1) der Mahleinrichtung (4A) und als zweiter Parameter die Motorleistungen von dem Separator (12A) (Ps1) verwendet wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem als erster Parameter die Leistung (Qr) der Mahlanlage (2) und als zweiter Parameter die Zeit verwendet wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem als erster Parameter der Energieaufwand (E) und als zweiter Parameter die Zeit verwendet wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem als erster Parameter die Beladungsmenge der Mahleinrichtung (4A) (V1) und als zweiter Parameter der Energieaufwand verwendet wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem als erster Parameter der Energieaufwand (E) und als zweiter Parameter das Verhältnis Flüssigkeit / Feststoff in der Mahleinrichtung (4A) (W/F) verwendet wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
10. Mahlanlage (2) mit mehreren Stufen (A, B, C), wobei eine Stufe (A, B, C) jeweils eine Mahleinrichtung (4A, 4B, 4C) zum Mahlen eines Stoffes (S), eine Trenneinrichtung (6A, 6C, 6D) zur Klassierung des gemahlten Stoffes (S) und einen Separator (12A, 12B, 12C) umfasst und mit einer Steuer-/Regeleinheit (60), in der eine Software zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche implementiert ist.

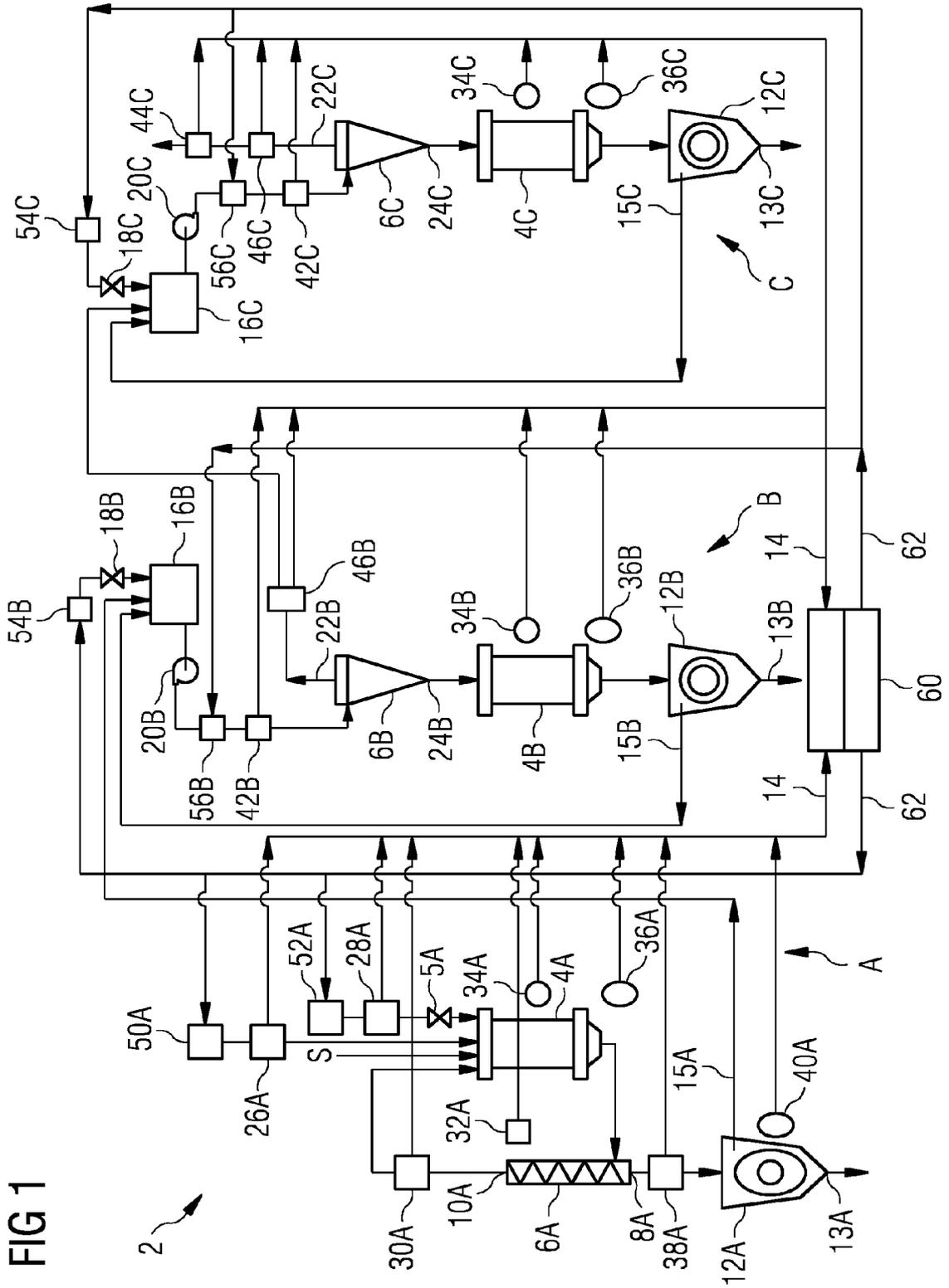


FIG 1

FIG 2

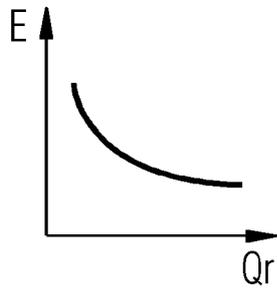


FIG 3

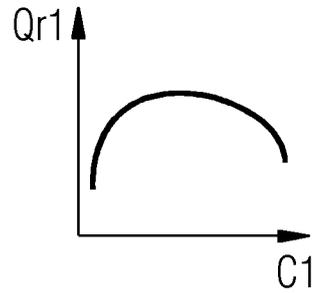


FIG 4

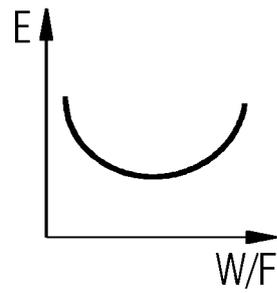


FIG 5

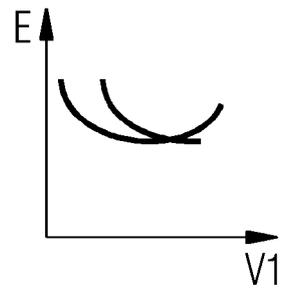


FIG 6

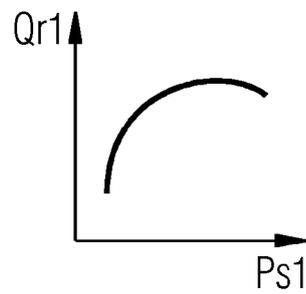


FIG 7

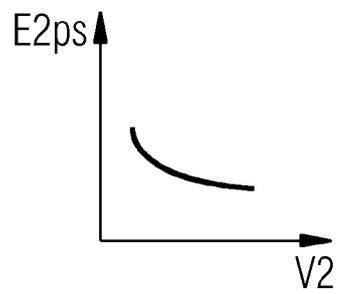


FIG 8

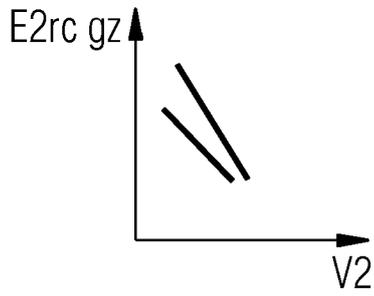


FIG 9

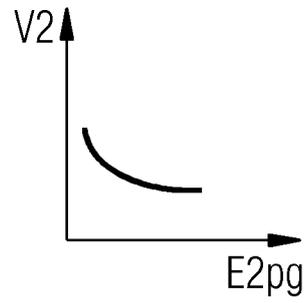


FIG 10

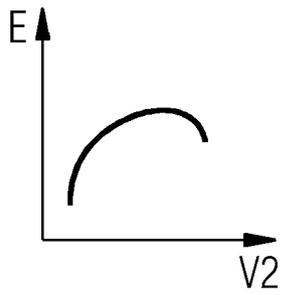


FIG 11

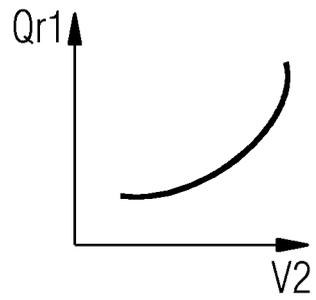


FIG 12

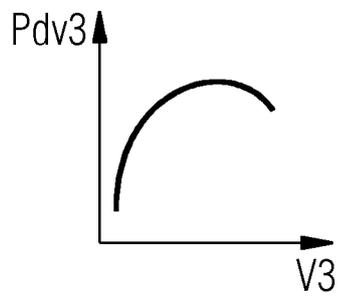


FIG 13

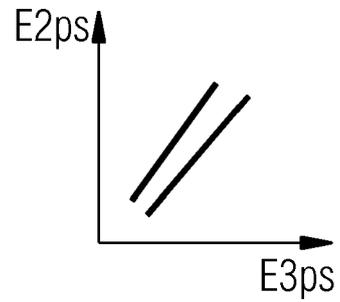


FIG 14

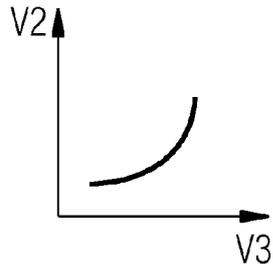


FIG 15

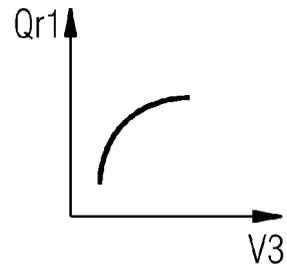


FIG 16

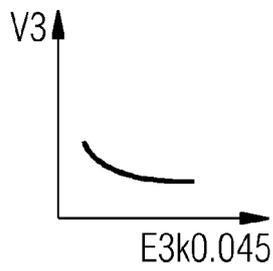


FIG 17

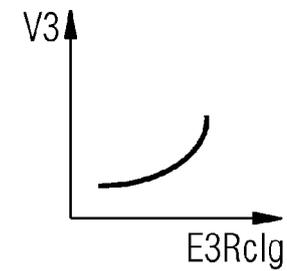


FIG 18

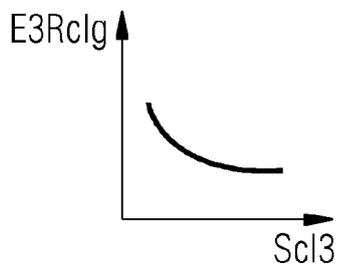


FIG 19

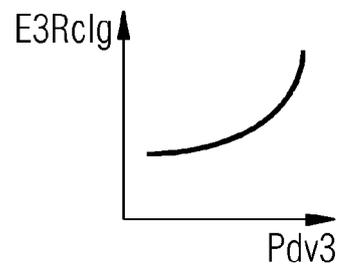
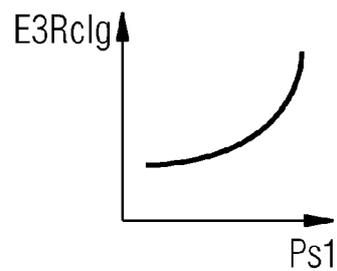


FIG 20





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 13 16 7575

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	DE 10 2010 012620 A1 (SIEMENS AG [DE]) 29. September 2011 (2011-09-29) * Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildung 3 *	1,10	INV. B02C21/00 B02C23/12 B02C25/00
A	& EP 0 278 858 A2 (CLE [FR]) 17. August 1988 (1988-08-17) * Spalte 3, Zeile 57 - Spalte 4, Zeile 8; Ansprüche 1-6; Abbildung 2 *	1,10	
A	WO 2006/117017 A1 (AKW APP & VERFAHREN GMBH [DE]; NEESSE THOMAS [DE]; TIEFEL HILMAR [DE];) 9. November 2006 (2006-11-09) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1,10	
A	US 3 630 457 A (FORMAN IVAN ET AL) 28. Dezember 1971 (1971-12-28) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 *	1,10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B02C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 20. August 2013	Prüfer Strodel, Karl-Heinz
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1

EPO FORM 1503 03-92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 13 16 7575

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

20-08-2013

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102010012620 A1	29-09-2011	AR 080714 A1	02-05-2012
		AU 2011231906 A1	20-09-2012
		CA 2794026 A1	29-09-2011
		DE 102010012620 A1	29-09-2011
		FI 20125961 A	18-09-2012
		US 2013008985 A1	10-01-2013
		WO 2011117060 A2	29-09-2011

WO 2006117017 A1	09-11-2006	KEINE	

US 3630457 A	28-12-1971	AT 300526 B	15-06-1972
		BE 738342 A	16-02-1970
		DE 1940200 A1	25-02-1971
		FR 2021426 A1	24-07-1970
		GB 1285736 A	16-08-1972
		US 3630457 A	28-12-1971

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82