

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 492 080 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **91118151.9**

51 Int. Cl.⁵: **B02C 4/28, B02C 4/32**

22 Anmeldetag: **24.10.91**

30 Priorität: **21.12.90 DE 4041316**

71 Anmelder: **KRUPP POLYSIUS AG**
Graf-Galen-Strasse 17
W-4720 Beckum(DE)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.07.92 Patentblatt 92/27

72 Erfinder: **Neumann, Eberhard Wilhelm,**
Dipl.-Ing.
Wagenfeldstrasse 29
W-4722 Ennigerloh(DE)
Erfinder: **vom Hofe, Friedrich**
Forstweg 1
W-3579 Gilserberg-Schönau(DE)

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT

74 Vertreter: **Tetzner, Volkmar, Dr.-Ing. Dr. jur.**
Van-Gogh-Strasse 3
W-8000 München 71(DE)

54 **Verfahren und Einrichtung zur Regelung des Betriebs einer Gutbettwalzenmühle.**

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung des Betriebs einer Gutbettwalzenmühle wobei Eingriffspunkte festgelegt sind, bei deren Erreichen die Stellgröße verändert wird. Das erfindungsgemäße Verfahren arbeitet dabei mit frei beweglichen Regelgrößen ohne festen Sollwert und ermöglicht auch bei einer Änderung der Mahlbarkeit eine sehr stabile Regelung.

EP 0 492 080 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren (entsprechend dem Oberbegriff der Ansprüche 1 und 2) sowie eine Einrichtung (gemäß dem Gattungsbegriff der Ansprüche 8 und 9) zur Regelung des Betriebs einer Gutbettwalzenmühle, insbesondere zur Regelung des Füllstandes des Aufgabebunkers und der Leistungsaufnahme der Walzen-Antriebsmotore.

Betriebserfahrungen zeigen, daß beim Betrieb von Gutbettwalzenmühlen die Einhaltung eines gewissen Füllstandes im Aufgabebunker über den Mahlwalzen vorteilhaft ist. Bei den bisher bekannten Füllstandsregelungen versucht man, einen vorgegebenen Sollwert des Füllstandes beispielsweise mittels eines PID-Reglers konstant zu halten. Der Regler verändert zu diesem Zweck den Massenstrom mindestens einer Aufgabekomponente der Gutbettwalzenmühle (z.B. Frischgut, Grieße und/oder Schülpen). Bei Überschreiten des Füllstands-Sollwertes wird die entsprechende Aufgabemenge verringert, bei Unterschreiten des Füllstands-Sollwertes erhöht.

Dieses übliche Regelverfahren berücksichtigt jedoch nicht die Erfahrungstatsache, daß Mahlgüter mit unterschiedlichen schüttgutmechanischen Eigenschaften jeweils einen anderen optimalen Füllstand haben. Ändern sich daher diese Eigenschaften des Mahlgutes während des Betriebes, so wird die bekannte Regelung instabil. Die dabei entstehenden Schwankungen der Stellgröße, d.h. des Massenstromes der für die Regelung herangezogenen Aufgabekomponente, wirken sich nachteilig auf den Materialdurchsatz und das Zerkleinerungsergebnis aus.

Ähnliche Probleme zeigen sich bei der bisher üblichen Regelung des Hydraulikdruckes einer Gutbettwalzenmühle. Die Leistungsaufnahme der Walzen-Antriebsmotore ist direkt proportional zum Hydraulikdruck, der wiederum vom Arbeitsspalt und von der Federcharakteristik bestimmt wird. Einem großen Arbeitsspalt entspricht dabei ein hoher Hydraulikdruck. Eine hohe Leistungsaufnahme ergibt im allgemeinen ein gutes Zerkleinerungsergebnis.

Es ist bekannt, die Leistungsaufnahme der Walzen-Antriebsmotore durch Veränderung des Hydraulikdruckes zu regeln. Üblicherweise wird hierbei für die Leistungsaufnahme ein bestimmter Sollwert vorgegeben, der durch Veränderung des Hydraulikdruckes möglichst konstant gehalten wird.

Dieses bekannte Verfahren ist jedoch mit wesentlichen Nachteilen behaftet. Ändert sich die Mahlbarkeit des Gutes während des Betriebes, so wird leichter mahlbares Gut "übermahlen", d.h. es wird eine an sich unnötig hohe Mahlenergie aufgewandt. Bei häufigen Regeleingriffen wird ferner das Hydrauliköl erwärmt und muß gekühlt werden, was einen erhöhten apparativen Aufwand erfordert.

Gleichzeitig wird das Hydraulikaggregat bei häufigen Ein- und Ausschaltvorgängen mechanisch stark belastet, wodurch die Lebensdauer sinkt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie eine Einrichtung zur Regelung des Betriebs einer Gutbettwalzenmühle zu schaffen, die sich durch eine hohe Stabilität der Regelung auch bei einer Änderung der Mahlbarkeit des Gutes auszeichnen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 1 und 2 bzw. 8 und 9 gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Bei dem Regelverfahren, das Gegenstand des Anspruches 1 ist und das vorzugsweise zur Regelung des Füllstandes des Aufgabebunkers der Gutbettwalzenmühle dient, werden innerhalb des Regelbereiches einer Regelgröße (insbesondere des Füllstandes) eine Anzahl von Eingriffspunkten festgelegt, bei deren Erreichen

- im Falle steigender Tendenz der Regelgröße die Stellgröße (beispielsweise der Massenstrom wenigstens einer Aufgabekomponente) verringert
- und im Falle sinkender Tendenz der Regelgröße die Stellgröße erhöht wird.

Bei dem Regelverfahren, das Gegenstand des nebengeordneten Anspruches 2 ist und das insbesondere zur Regelung der Leistungsaufnahme der Walzen-Antriebsmotore dient, werden im Regelbereich einer Regelgröße (insbesondere der Leistungsaufnahme der Walzen-Antriebsmotore) wenigstens vier Eingriffspunkte festgelegt, wobei

- dann, wenn die Regelgröße mit steigender Tendenz den obersten Eingriffspunkt erreicht, die Stellgröße (z.B. der den Druck im Walzenspalt erzeugende Hydraulikdruck) so lange verringert wird, bis die Regelgröße den zweitobersten Eingriffspunkt erreicht,
- und wobei dann, wenn die Regelgröße mit fallender Tendenz den untersten Eingriffspunkt erreicht, die Stellgröße so lange erhöht wird, bis die Regelgröße den zweituntersten Eingriffspunkt erreicht.

Das erfindungsgemäße Regelverfahren arbeitet somit ohne einen festen Sollwert für die Regelgröße, die sich entsprechend den Eigenschaften des Mahlgutes frei auf den jeweils optimalen Wert einpendeln kann. Auf diese Weise erreicht man auch bei einer Änderung der Mahlbarkeit während des Betriebes eine außerordentlich stabile Regelung. Das erfindungsgemäße Regelkonzept kann dabei mit jeder frei programmierbaren Steuerung realisiert werden.

Diese und weitere Einzelheiten der Erfindung gehen aus der folgenden Beschreibung zweier Ausführungsbeispiele hervor.

Beispiel 1: Regelung des Füllstandes des Aufgabebunkers

Innerhalb des Füllstandsbereiches von 0 bis 100% werden eine Anzahl von Eingriffspunkten festgelegt, beispielsweise in Abständen von 0,5 %. Jedesmal dann, wenn die den Füllstands-Istwert repräsentierende Regelgröße einen dieser Eingriffspunkte erreicht, wird die Stellgröße (d.h. der Massenstrom wenigstens einer Aufgabekomponente der Guttbettwalzenmühle) um einen festen, ebenfalls einstellbaren Wert verändert, und zwar wird dieser Massenstrom bei steigendem Füllstand verringert und bei fallendem Füllstand erhöht.

Bei einem praktischen Ausführungsbeispiel wurde eine Guttbettwalzenmühle des Typs POLY-COM mit einer frei programmierbaren Steuerung S5 (Firma Siemens AG) für einen Durchsatz von 600 t/h und eine Frischgutmenge von 190 t/h im Füllstand geregelt. Bei einer Regelung des Füllstands mit festem Sollwert (nach dem herkömmlichen Verfahren) schwankte die Frischgutmenge um +/- 50%, bei einer Regelung nach dem erfindungsgemäßen Verfahren dagegen nur noch um +/- 5%. Der über einen längeren Zeitraum gemittelte Frischgutdurchsatz erhöhte sich bei dem erfindungsgemäßen Verfahren von 170 t/h auf 190 t/h.

Traten im Laufe des Betriebes Änderungen der Mahlbarkeit auf, so pendelte sich der Füllstand selbsttätig auf einen neuen Wert ein, bei dem die Regelung wiederum sehr stabil blieb und der demgemäß als optimaler Füllstand (für die geänderte Mahlbarkeit des Gutes) bezeichnet werden kann. Würde man dagegen durch äußere Regeleingriffe versuchen, bei Änderung der Mahlbarkeit den Füllstand auf dem ursprünglichen Wert zu halten, so ergäben sich wesentlich größere Schwankungen der Stellgröße.

Bei der erfindungsgemäßen Regelung des Füllstandes hat es sich als zweckmäßig erwiesen, wenn die einem Eingriffspunkt zugeordnete Änderung des Massenstromes erst nach einer vorgegebenen, einstellbaren Verzögerungszeit (beispielsweise von 2 Minuten) vorgenommen wird, sofern der Füllstand diesen Eingriffspunkt innerhalb der Verzögerungszeit nicht mit umgekehrter Tendenz erneut erreicht. Immer dann, wenn der Füllstand innerhalb der Verzögerungszeit denselben Eingriffspunkt erneut erreicht, wird die bereits abgelaufene Verzögerungszeit wieder auf Null zurückgestellt. Auf diese Weise läßt sich die Zahl der Regeleingriffe auf das unbedingt notwendige Maß reduzieren.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird dann, wenn der Füllstand einen Eingriffspunkt erreicht, der Massenstrom zweckmäßig um einen festen, einstellbaren Wert verändert. Man kann dabei den Massenstrom an jedem Eingriffspunkt um den

gleichen Betrag (beispielsweise 2%) verändern. Es ist jedoch im Rahmen der Erfindung auch möglich, den einzelnen Eingriffspunkten unterschiedliche Änderungswerte der Stellgröße zuzuordnen. Um ein Überlaufen des Vorbunkers zu verhindern, wurden im oben genannten Beispiel bei Füllständen über 80% die Änderungswerte der Stellgröße auf 4% bei steigendem Füllstand festgelegt.

Beispiel 2: Regelung des Hydraulikdruckes

Bei diesem Regelverfahren wurden im Regelbereich der Regelgröße (d.h. des den Druck im Walzenspalt erzeugenden Hydraulikdruckes) vier Eingriffspunkte festgelegt. Bei dem oben genannten Beispiel wurden als Eingriffspunkte 1850 kW, 1800 kW, 1730 kW und 1700 kW festgelegt.

Der Ausgangsdruck wurde so gewählt, daß bei schwer mahlbarem Gut eine Leistungsaufnahme von 1800 kW erreicht wurde. Wurde nun die Mahlbarkeit besser, so wurde der Mühle mehr Mahlgut zugeführt, wobei sich der Mahlspace vergrößerte und der Hydraulikdruck sowie die Leistungsaufnahme stiegen. Erreichte die Leistungsaufnahme den obersten Eingriffspunkt von 1850 kW, so wurde der Hydraulikdruck so lange verringert, bis die Leistungsaufnahme auf 1800 kW abgesunken war. Dieser Vorgang fand u.U. mehrmals nacheinander statt, indem durch die besser werdende Mahlbarkeit des Gutes die Leistungsaufnahme trotz der erfolgten Druckverringerung wiederholt zum obersten Eingriffspunkt von 1850 kW stieg.

Erreichte die Regelgröße (Leistungsaufnahme) mehrmals nacheinander den obersten Eingriffspunkt, so wurden die hierdurch ausgelösten, die Stellgröße (Hydraulikdruck) verringernden Regeleingriffe gezählt.

Sank dann die Leistungsaufnahme auf den bei 1700 kW festgelegten untersten Eingriffspunkt, so wurde der Hydraulikdruck so lange erhöht, bis der zweitunterste Eingriffspunkt von 1730 kW erreicht wurde. Auch dies konnte mehr als einmal stattfinden. Wenn also die Regelgröße mehrmals nacheinander den untersten Eingriffspunkt erreichte, so wurden auch die hierdurch ausgelösten, die Stellgröße vergrößernden Regeleingriffe gezählt. Ihre Zahl wurde entsprechend der Zahl der vorangegangenen, die Stellgröße verringernden Regeleingriffe begrenzt (die Anzahl der Druckerhöhungen war daher auf die Anzahl der vorausgehenden Druckminderungen begrenzt, was eine Sicherheitsmaßnahme gegen eine zu starke Druckerhöhung darstellt).

Auch bei dieser Regelung der Leistungsaufnahme der Walzen-Antriebsmotore stellte man fest, daß sich die Regelung selbsttätig in Abhängigkeit von der Mahlbarkeit des Gutes auf einen optimalen Wert des Hydraulikdruckes einpendelte.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung des Betriebs einer Gutbettwalzenmühle, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb des Regelbereiches einer Regelgröße eine Anzahl von Eingriffspunkten festgelegt werden, bei deren Erreichen
- im Falle steigender Tendenz der Regelgröße die Stellgröße verringert
 - und im Falle sinkender Tendenz der Regelgröße die Stellgröße erhöht wird.
2. Verfahren zur Regelung des Betriebs einer Gutbettwalzenmühle, dadurch gekennzeichnet, daß im Regelbereich einer Regelgröße wenigstens vier Eingriffspunkte festgelegt werden, wobei
- dann, wenn die Regelgröße mit steigender Tendenz den obersten Eingriffspunkt erreicht, die Stellgröße so lange verringert wird, bis die Regelgröße den zweitobersten Eingriffspunkt erreicht,
 - und wobei dann, wenn die Regelgröße mit fallender Tendenz den untersten Eingriffspunkt erreicht, die Stellgröße so lange erhöht wird, bis die Regelgröße den zweituntersten Eingriffspunkt erreicht.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelgröße durch den Füllstand des Aufgabebunkers und die Stellgröße durch den Massenstrom wenigstens einer Aufgabekomponente der Gutbettwalzenmühle gebildet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die einem Eingriffspunkt zugeordnete Änderung des Massenstromes erst nach einer vorgegebenen, einstellbaren Verzögerungszeit vorgenommen wird, sofern der Füllstand diesen Eingriffspunkt innerhalb der Verzögerungszeit nicht mit umgekehrter Tendenz erneut erreicht, wobei immer dann, wenn der Füllstand innerhalb der Verzögerungszeit denselben Eingriffspunkt erneut erreicht, die bereits abgelaufene Verzögerungszeit wieder auf Null zurückgestellt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß dann, wenn der Füllstand einen Eingriffspunkt erreicht, der Massenstrom um einen festen, einstellbaren Wert verändert wird.
6. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelgröße durch die Leistungsaufnahme der Walzen-Antriebsmotore und die Stellgröße durch den den Druck im Walzenspalt erzeugenden Hydraulikdruck gebildet wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß
- dann, wenn die Regelgröße mehrmals nacheinander den obersten Eingriffspunkt erreicht, die hierdurch ausgelösten, die Stellgröße verändernden Regeleinriffe gezählt werden,
 - und daß dann, wenn die Regelgröße anschließend mehrmals nacheinander den untersten Eingriffspunkt erreicht, die hierdurch ausgelösten, die Stellgröße vergrößernden Regeleinriffe gleichfalls gezählt werden und ihre Zahl entsprechend der Zahl der vorangegangenen, die Stellgröße verringernden Regeleinriffe begrenzt wird.
8. Einrichtung zur Regelung des Füllstands des Aufgabebunkers einer Gutbettwalzenmühle durch Veränderung des Massenstromes wenigstens einer Aufgabekomponente der Gutbettwalzenmühle,
- gekennzeichnet durch eine frei programmierbare Steuerung, bei der innerhalb des Regelbereiches des Füllstandes eine Anzahl von Eingriffspunkten derart festgelegt sind, daß bei deren Erreichen
- im Falle steigender Tendenz des Füllstandes der Massenstrom verringert
 - und im Falle sinkender Tendenz des Füllstandes der Massenstrom erhöht wird.
9. Einrichtung zur Regelung der Leistungsaufnahme der Walzen-Antriebsmotore einer Gutbettwalzenmühle durch Veränderung des den Druck im Walzenspalt erzeugenden Hydraulikdruckes,
- gekennzeichnet durch eine frei programmierbare Steuerung, bei der im Regelbereich der Leistungsaufnahme wenigstens vier Eingriffspunkte derart festgelegt sind, daß
- dann, wenn die Leistungsaufnahme mit steigender Tendenz den obersten Eingriffspunkt erreicht, der Hydraulikdruck so lange verringert wird, bis die Leistungsaufnahme den zweitobersten Eingriffspunkt erreicht,
 - und daß dann, wenn die Leistungsaufnahme mit fallender Tendenz den untersten Eingriffspunkt erreicht, der Hydraulikdruck so lange erhöht wird, bis die Leistungsaufnahme den zweituntersten Eingriffspunkt erreicht.



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 91 11 8151

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
Y	DE-A-3 407 535 (KLÖCKNER-HUMBOLDT-DEUTZ AG)	1,3,8	B02C4/28
A	* Seite 6, Absatz 7 - Seite 10, Absatz 1 *	2	B02C4/32

Y	FR-A-2 512 927 (MERRICK SCALE MFG. COMPANY.)	1,3,8	
	* Seite 1, Zeile 1 - Seite 14, Zeile 21; Ansprüche 1,2 *		

A	EP-A-0 163 890 (CARLE & MONTANARI S.P.A)	1,3,8	
	* Ansprüche; Abbildung 1 *		

A	GB-A-2 159 306 (DE BEERS INDUSTRIAL DIAMOND DIVISION LTD.)	1,2,6,9	
	* Seite 1, Zeile 49 - Seite 2, Zeile 40 *		

			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			B02C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG	Abschlußdatum der Recherche 25 FEBRUAR 1992	Prüfer OECHSNER DE CONINCK	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer andern Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P0403)