



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 667 222 A5

⑤① Int. Cl.⁴: B 02 C 17/16
B 02 C 25/00

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENT SCHRIFT** A5

②① Gesuchsnummer: 3110/85

⑦③ Inhaber:
Gebrüder Bühler AG, Uzwil

②② Anmeldungsdatum: 18.07.1985

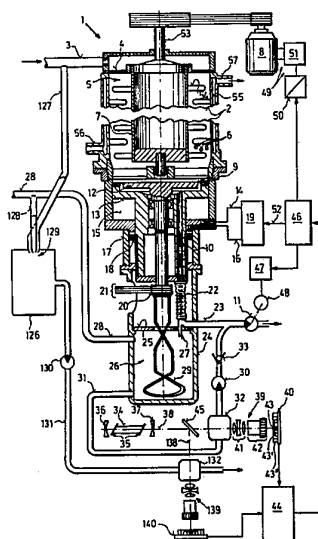
②④ Patent erteilt: 30.09.1988

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 30.09.1988

⑦② Erfinder:
Bohm, Arturo, Oberuzwil
Geiger, Armin, Bichwil

⑤④ **Verfahren zum Regeln einer Rührwerksmühle, und Regelvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.**

⑤⑦ In einem Verfahren zum Regeln einer Rührwerksmühle wird die Produktfeinheit ermittelt, der ermittelte Wert in eine Regelverknüpfung eingebracht und dabei wenigstens ein die spezifische Mahlleistung bestimmender Parameter geregelt. Zur Automatisierung dieses Vorganges ist die Rührwerksmühle mit einer Einrichtung (26, 126) zum Bestimmen der Produktfeinheit verbunden. Das dabei gewonnene Ausgangssignal wird in eine Regelverknüpfung (46) eingebracht und automatisch eine die spezifische Mahlleistung bestimmende Einrichtung (8, 13, 48) geregelt.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Regeln einer, einen Mahlkörper enthaltenden, Mahlbehälter mit einem Produkteinlass und einem Produktauslass aufweisenden Rührwerksmühle, bei dem wenigstens ein Betriebsparameter derselben ermittelt und in Abhängigkeit davon zumindest ein Parameter einer Regelstrecke geregelt wird, dadurch gekennzeichnet, dass als Betriebsparameter die Produktfeinheit ermittelt wird, dass der ermittelte Wert für die Produktfeinheit in die Regelverknüpfung für die Regelstrecke eingebracht wird, und dass in Abhängigkeit von der ermittelten Produktfeinheit wenigstens ein die spezifische Mahlleistung bestimmender Parameter geregelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Lückengrad der Mahlkörper im Mahlbehälter, vorzugsweise durch Verändern des Arbeitsvolumens desselben, geregelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehzahl wenigstens eines Antriebes, z. B. der das Produkt zuführenden Pumpe und/oder des Rührwerkes, geregelt wird, und dass vorzugsweise sequentiell zunächst der Lückengrad der Mahlkörper und erst bei Erreichen der Grenzen des Regelbereiches — gegebenenfalls mit überschneidendem Übergang — die Drehzahl geregelt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zum Bestimmen der Produktfeinheit aus dem Mahlbehälter kommendes Produkt einer Messung unterzogen wird, und dass gegebenenfalls eine Vergleichsmessung an dem dem Mahlbehälter zugeführten Produkt vorgenommen wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Produktfeinheit ausgehend von einem mathematischen Modell der Betriebscharakteristiken ermittelt wird, dass vorzugsweise unter Vorgabe einer der gewünschten Betriebsweise die Soll-Ist-Abweichungen für jeden ermittelten Betriebsparameter erst bestimmt und dann gewichtet werden, worauf die gewichteten Parameterwerte kumuliert werden und aufgrund der kumulierten Parameterwerte eine Regelung vorgenommen wird, und dass insbesondere zusätzlich wenigstens ein Betriebsparameter einer adaptiven Regelverknüpfung zum Verändern mindestens eines Soll-Wertes zugeführt wird.

6. Regelvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5 an einer Rührwerksmühle, mit einem über einen Motor antreibbaren Rührwerk, das in einem, frei bewegliche Mahlkörper aufnehmenden Mahlbehälter mit einem Produkteinlass und einem Produktauslass für ein mittels einer Pumpe zuführbare, das Mahlgut enthaltendes Fluid angeordnet ist, wobei wenigstens eine Regelverknüpfung einer Einrichtung zur Bestimmung eines Betriebsparameters mit einem Stellglied zwecks Optimierung der Betriebsbedingungen vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass

a) eine Einrichtung (26, 126; 26a, 126a; 95) zum Bestimmen der Produktfeinheit vorgesehen ist, dass

b) deren Ausgangssignal in die Regelverknüpfung (46; 146; 110) einführbar ist, und dass

c) als Regelstrecke wenigstens eine die spezifische Mahlleistung bestimmende Einrichtung (8, 13, 48; 83, 84) vorgesehen ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass — gesehen in Transportrichtung des Produktes — in einem nach dem Produkteinlass (3) vorgesehenen Bereich eine Abzwegleitung (27), vorzugsweise eine Nebenschlussleitung, vorgesehen ist, an der eine Messanordnung (32—43) für die Produktfeinheit angeordnet ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die die Mahlleistung bestimmende Einrichtung

von einem die Mahlkörperdichte verändernden Vorrichtung (13, 17, 18; 11b, 11c, 17a, 18; 68—71), insbesondere mit einem Kolben-Zylinder-Aggregat (13, 17, 18; 17a, 18a) zum Verändern des Mahlraumvolumens, gebildet ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die die Mahlleistung bestimmende Einrichtung von wenigstens einer Drehzahlregelvorrichtung (47, 50; 146; 110), z. B. für die Pumpe (11; 11a) und/oder das Rührwerk (7; 7a; 7b), gebildet ist, und dass vorzugsweise eine Sequenzverknüpfung vorgesehen ist, wodurch das Stellsignal erst der die Mahlkörperdichte verändernde Vorrichtung (13, 17, 18; 11b, 11c, 17a, 18a; 68—71) zuführbar ist und bei Erreichen der Grenzen ihres Regelbereiches, gegebenenfalls mit überschneidendem Übergang, dieses Stellsignal der Drehzahlregelvorrichtung (47, 50; 146; 110) zuführbar ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausgänge mehrerer der Betriebsparameter der Rührwerksmühle überwachender Messwertgeber (85—94) an eine Rechenstufe (95) zur Errechnung der Produktfeinheit und eventuell weiterer Betriebsparameter, angeschlossen sind, dass vorzugsweise das Ausgangssignal dieser Rechenstufe (95) einer Komparatorstufe (97, 197) zuführbar ist, die ein weiteres Eingangssignal von einer Sollwertgeberstufe (98) erhält, worauf das Ausgangssignal der Komparatorstufe (197) einer Verstärkerstufe (106) einstellbarer Verstärkung zuführbar ist, deren Verstärkung für jeden in der Komparatorstufe (197) verglichenen Parameter gesondert mit Hilfe einer Einstelleinrichtung (108) — die insbesondere an die Rechenstufe (95) zur Auswahl des jeweiligen Verstärkungsfaktors einstellbar ist — welche verstärkten Signale einer Kumulations- und Regelstufe (110) zum Erzeugen eines Stellsignales zuführbar ist, und dass zweckmässig an die Rechenstufe (95) ein adaptiver Regelkreis (101—105) angeschlossen ist, dessen Ausgang mit der Sollwertgeberstufe (98) zur Anpassung der der Komparatorstufe (197) zugeführten Sollwerte angeschlossen ist.

BESCHREIBUNG

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Regeln einer einen, Mahlkörper enthaltenden, Mahlbehälter mit einem Produkteinlass und einem Produktauslass aufweisenden Rührwerksmühle, bei dem wenigstens ein Betriebsparameter derselben ermittelt und in Abhängigkeit davon zumindest ein Parameter einer Regelstrecke geregelt wird, sowie auf eine Regelvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Derartige Verfahren sind beispielsweise in den DE-A-2 932 783 oder 3 038 794 beschrieben. In beiden Fällen sind mehrere miteinander verknüpfte Regelstrecken vorgesehen. Damit konnte die Leistung von Rührwerksmühlen in überraschendem Masse erhöht werden, nachdem Fachleute vorher im wesentlichen davon ausgegangen sind, dass Rührwerksmühlen relativ einfache Geräte sind, an denen höchstens eine einfache Regelung mit einem einzigen Kreis ausreichend ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein solches Regelverfahren noch zu verbessern, und dies gelingt erfindungsgemäss dadurch, dass als Betriebsparameter die Produktfeinheit ermittelt wird, dass der ermittelte Wert für die Produktfeinheit in die Regelverknüpfung für die Regelstrecke eingebracht wird, und dass in Abhängigkeit von der ermittelten Produktfeinheit wenigstens ein die spezifische Mahlleistung bestimmender Parameter geregelt wird. Erfindungsgemäss werden also drei Schritte nacheinander bzw. gleichzeitig ausgeführt, wobei so einerseits einer der wichtig-

sten Parameter zur Regelung herangezogen wird, und wobei unter den verschiedenen, Bedingungen einer Rührwerksmühle bestimmenden Parametern eine ganz besondere Gruppe, nämlich diejenigen, die die spezifische Mahlleistung bestimmen, zum Regeln herausgegriffen werden.

Dies ist absolut kein Zufall, sondern geht auf intensive Untersuchungen der Anmelderin zurück. Unter «spezifische Mahlleistung» ist — entsprechend dem allgemeinen Wortgebrauch — die Mahlleistung pro Produkteinheit zu verstehen. In den durchgeführten Untersuchungen, hat es sich nämlich herausgestellt, dass Betriebsparameter wie die Kühlleistung an Rotor und/oder Stator, die Viskosität der Mahlgutdispersion u. dgl. nur einen geringen Einfluss auf das Endergebnis haben, obwohl in zahlreichen Schriften die verschiedensten Vorschläge etwa hinsichtlich der Kühlung gemacht wurden. Die durchgeführten Untersuchungen ergaben vielmehr, dass es besonders günstig ist, wenn der Lückengrad der Mahlkörper im Mahlbehälter, vorzugsweise durch Verändern des Arbeitsvolumens desselben, geregelt wird. Eine andere Möglichkeit zur Regelung des Lückengrades könnte in der Veränderung der Mahlkörpergrösse bestehen, wie später noch anhand der Fig. 2 erläutert wird, ebenso aber auch in der Auffüllung des Mahlraumes mit zusätzlichen Mahlkörpern gleicher Grösse, was beispielsweise auch von Hand aus geschehen mag.

Das oben definierte Regelverfahren kann aber auch an bereits bestehenden Rührwerksmühlen angewandt werden, die über keine Einrichtung zur Veränderung des Lückengrades im Mahlbehälter verfügen. In diesem Falle ist vorgesehen, dass die Drehzahl wenigstens eines Antriebes, z. B. der das Produkt zuführenden Pumpe und/oder des Rührwerkes, geregelt wird. Dieser Lösung ist zwar die Regelung des Lückengrades vorzuziehen, weil die Regelung der Pumpendrehzahl bedeutet, dass bei ungenügender Produktfeinheit der Durchsatz verringert werden muss, somit der Nachteil der Durchsatzverminderung in Kauf zu nehmen ist. Andererseits ist die Regelung der Drehzahl des Rührwerkes für gewöhnlich mit einem höheren Aufwand verbunden, als die Regelung des Lückengrades der Mahlkörper, insbesondere wenn die letztere durch Verändern des Arbeitsvolumens des Mahlbehälters vorgenommen wird. Wenn also die Regelung der Drehzahl bei gegebenen anderen Möglichkeiten erst in zweiter Linie in Betracht zu ziehen ist, so muss doch dazu erwähnt werden, dass die erwähnte Drehzahlregelung zu recht guten Ergebnissen, etwa im Vergleich zu einer Kühlleistungsregelung, führt. Falls aber der Lückengrad im Mahlbehälter geregelt werden kann, so ist es vorteilhaft, wenn eine Kombination der erwähnten Regelungen in der Weise vorgenommen wird, dass sequentiell zunächst der Lückengrad der Mahlkörper und erst bei Erreichen der Grenzen des Regelbereiches — gegebenenfalls mit überschneidendem Übergang — die Drehzahl geregelt wird. Auf diese Weise kann eine gute Optimierung erhalten werden.

Weitere Einzelheiten ergeben sich anhand der nachfolgenden Beschreibung von drei, in den Fig. 1 bis 3 der Zeichnung jeweils schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen.

In Fig. 1 ist eine Rührwerksmühle 1 dargestellt, deren mittlerer Teil weggebrochen ist. Diese Rührwerksmühle 1 weist einen Mahlbehälter 2 auf, in den ein in einer Flüssigkeit dispergiertes Produkt über ein Produkteinlassrohr 3 einführbar ist. Es sei hier vermerkt, dass das Mahlgut nicht unbedingt in einer Flüssigkeit dispergiert zu sein braucht, zumal es bereits bekannt ist, auch Gase, z. B. inerte Gase, als Fluid vorzusehen.

Nach dem Einstromen über das Produkteinlassrohr 3 tritt das Mahlgut über eine Einlasstrennvorrichtung (Sieb) 4 in einen Mahlraum 5 innerhalb des Mahlbehälters 2, der zu

einem Teil mit Mahlkugeln 6 gefüllt ist, die von einem Rührwerk 7 in Bewegung versetzt werden. Hierzu weist das Rührwerk 7 einen Antriebsmotor 8 auf, der nicht notwendigerweise ein Elektromotor sein muss, zumal es bereits bekanntgeworden ist, hydraulische Motoren zu verwenden (US-PS 3 770 214), deren Drehzahl leichter regelbar ist. Schliesslich tritt das Mahlgut am unteren Ende des Mahlbehälters 2 über einen Auslasstrennspalt 9 in einen Auslasskanal 10, über den es dann, beispielsweise mit Hilfe einer Pumpe 11 abgeführt wird. Wenn auch in diesem Ausführungsbeispiel der Produktfluss von oben nach unten, d. h. vom Einlassrohr 3 zum Auslasskanal 10 verläuft, so sei doch darauf hingewiesen, dass die Erfindung darauf keineswegs beschränkt ist, und es im allgemeinen sogar bevorzugt ist, wenn das Produkt von unten nach oben strömt. Überdies kann beispielsweise die Pumpe 11 einlassseitig statt auslassseitig angeordnet sein.

Die Anordnung und Konstruktion der den Auslasstrennspalt 10 bildenden Auslasstrennvorrichtung 12 entspricht der DE-A-3 318 312. Demnach ist die Trennvorrichtung 12 von einer den Trennspalt 9 an der Innenseite begrenzenden rotierenden Scheibe gebildet, die in einem Druckkolben 13 gelagert ist, mit dessen Hilfe das Arbeitsvolumen des Mahlraumes 5 verändert, und damit der Lückengrad, d. h. das Verhältnis des von den Mahlkörpern 6 im Mahlraum 5 eingenommenen Volumens zu dem von Mahlkörpern freien Volumen geregelt werden kann. Die Verstellung des Kolbens 13 erfolgt in der einen Richtung, durch Zufuhr von Druckmedium über eine Leitung 14 in einen Zylinderraum 15, in der anderen Richtung über eine Leitung 16, die in einen Zylinder 17 mit einem Hilfskolben 18 mündet. Beide Steuerleitungen 14, 16 werden von einer lediglich schematisch dargestellten, an sich bekannten Steuereinrichtung 19 mit Druckmedium versorgt, die durch elektrische Signale gesteuert wird, und so einen elektro-fluidischen Wandler darstellt. Der Antrieb der Scheibe 12 erfolgt über ein Antriebsrad 20 und Riemen 21 von einem nicht dargestellten Motor aus.

Die bisher geschilderten Bauteile sind — wenn auch aus verschiedenen Literaturstellen — an sich bekannt. Die Verbindung vom Auslasskanal 10, der sich mit dem Kolben 13 mitbewegt, zur Pumpe 11 erfolgt über einen Balg 22 und eine Leitung 23. Der Balg 22 ist innerhalb eines Gehäuses 24 angeordnet, das in seinem unteren Teil als durch einen Deckel 25 abgeschlossener Behälterraum 26 ausgebildet ist. In diesen Behälterraum 26 mündet eine, gegebenenfalls durch ein nicht dargestelltes Ventil absperrbare, Abzweigleitung 27, die mit dem Auslassleitungssystem 10, 22, 23 verbunden ist und einen (kleinen) Teil des aus dem Mahlbehälter 5 herausgeführten Produktes dem Raum 26 zuführt.

Demnach erhält der Behälterraum 26 einen Teil des bereits fertig gemahlten Produktes, doch sei an dieser Stelle erwähnt, dass die Abzweigleitung 27 gewünschtenfalls auch beispielsweise von der Mitte des Mahlbehälters 2 ausgehen kann. Da, wie nachstehend beschrieben, die Abzweigleitung 27 in diesem Ausführungsbeispiel den Anfangsteil einer Nebenschlussleitung bildet, an der eine Messanordnung zum Ermitteln der Produktfeinheit vorgesehen ist, bedeutet die Entnahme des Endproduktes für die Messung eine genauere Ermittlung der im Betrieb der Rührwerksmühle 1 erzielten Produktfeinheit, andererseits kann selbstverständlich bei Abweichungen von einer gewünschten Produktfeinheit das einmal der Messung unterzogene Ausgangsprodukt auch bei der schnellsten Nachregelung der Mühle 1 zumindest in dieser Passage nicht mehr beeinflusst werden. Wird dagegen die Abzweigleitung 27 direkt an den Mahlbehälter 2 angeschlossen (beispielsweise als in den Mahlbehälter wieder zurückführenden Nebenschlussleitung), so wird zwar eine intermediäre Produktfeinheit im Zuge des Mahlprozesses ermittelt, doch kann eine sofort darauf einsetzende Regelung noch

verhindern, dass es zu schlechtem Mahlprodukt oder zur Notwendigkeit einer zweiten Passage kommt. In der Praxis wird man einen Kompromiss suchen müssen, der nicht unbedingt in der Mitte liegen muss, wobei es auf die Grösse der Regelzeitkonstante, auf das Produkt und auf die an verschiedenen Stellen erzielbare Messgenauigkeit ankommt.

Im Behälterraum wird das über die Abzweigleitung 27 zugeführte Produkt mit einer Verdünnungsflüssigkeit vermischt, die über eine Leitung 28 herangeführt wird. Die Verdünnungsflüssigkeit kann beispielsweise Wasser sein, wobei der Anteil des über die Leitung 28 zugeführten Verdünnungsmittels im allgemeinen relativ hoch sein wird. Daher mag es sein, dass die freien Querschnitte der Leitungen 27, 28 sehr unterschiedlich sind, die Abzweigleitung 27 beispielsweise einen Drosselquerschnitt besitzt.

Zum Vermischen der von den Leitungen 27, 28 zugeführten Flüssigkeiten mag ein Mischrührer 29 vorgesehen sein, der entweder einen eigenen Antrieb besitzt, oder, wie im dargestellten Ausführungsbeispiel, von einem der Antriebe der Rührwerksmühle 1 — hier vom Antrieb für die Trennscheibe 12 — angetrieben wird. Die so erhaltene homogene, dünne Dispersion wird mit Hilfe einer Pumpe 30 über eine Leitung 31 abgezogen. Innerhalb der Leitung 31 ist eine Schaukammer 32 mit lichtdurchlässigen Wänden vorgesehen, die aufgrund einer relativ niedrigen Pumpengeschwindigkeit der Pumpe 30 verhältnismässig ruhig und blasenfrei von der verdünnten Dispersion durchflossen wird. Die Pumpe 30 fördert schliesslich die Dispersion, zweckmässig über ein Rückschlagventil 33, wieder in die Rohrleitung 23, doch mag es auch sein, dass eine solche Rückführung wegen einer allfälligen zu hohen Verdünnung nicht erwünscht ist und die Leitung 31 hinter der Pumpe 30 ins Freie bzw. einen Behälter bzw. ein Klärbecken mündet.

An der Leitung 31 ist ein Laserrohr 34, vorzugsweise eines relativ energieschwachen Lasers, wie eines Helium-Neon-Lasers vorgesehen, an dessen Brewster-Platten 35 ein voll reflektierender Spiegel 36 und ein teilweise durchlässiger Spiegel 37 angeordnet ist. Diese Spiegel können beispielsweise als Hohlspiegel ausgebildet sein. Der durch den teilweise durchlässigen Spiegel 37 hindurchgesandte Strahl 38 monochromatischen, kohärenten Lichtes ist sehr dünn und trifft innerhalb der Schaukammer 32 auf die einzelnen vorbeigeführten Partikel der Dispersion. Tritt ein relativ grosses Teilchen in den Laserstrahl, so ergibt sich an seinen Seiten eine starke Strahlablenkung, wogegen bei kleineren Teilchen die Strahlablenkung geringer ist. Das so mehr oder weniger abgelenkte Laserlicht wird über ein Objektiv 39 auf ein Target 40 geworfen, dessen Mitte auf die Achse des Strahles 38 ausgerichtet ist.

Zur Anpassung an verschiedene Feinheitsbereiche des Mahlgutes muss entweder das Target 40 jeweils ausgewechselt werden oder, was bevorzugt ist, das Objektiv 39 besteht aus einem Grundobjektiv 41 und einem afokalen Vorsatz 42 veränderlicher Brennweite, wodurch die vom Objektiv 39 erzielte Vergrösserung an den jeweiligen Feinheitsbereich angepasst werden kann.

Wegen der Ablenkung des Lichtes nach allen Seiten, kann das Target 40 mehrere konzentrische Ringanordnungen 43, 43', 43'', lichtelektrischer Wandler enthalten, wie dies für Entfernungsmesser, aber auch für die wahlweise Punktlicht- oder Integralmessung an Kameras bereits vorgeschlagen ist. Die lichtelektrischen Wandler 43, 43', 43'', müssen dabei nicht selbst kreisförmig sein, sondern es können mehrere solcher Wandler entlang eines jeweiligen Kreises angeordnet sein, wobei in Fig. 1, diese Kreise gegenüber der Fläche des Targets 40 erhaben auf unterschiedlichem Niveau dargestellt sind, nur um die Anordnung zu verdeutlichen, die für gewöhnlich in einer einzigen Ebene liegen wird.

Der Ausdruck «Target» wurde aber bewusst deswegen ausgewählt, weil diese Wandlereinheit auch vom, meist als «Target» bezeichneten Aufnahmeschirm einer Videokamera gebildet sein kann. In diesem Falle wird entweder die normale Horizontal- und Vertikalablenkung beibehalten, wobei eine nachgeschaltete Rechenstufe 44 aus den Ablenkkoordinaten (d.i. praktisch aus der Grösse des jeweiligen Ablenksignals) die Zusammengehörigkeit zu einem der Kreise 43, 43', 43'', jeweils errechnet, oder die Ablenkung gegenüber dem Normalfall geändert wird und in Kreis- bzw. Spiralform erfolgt. Wenn hier auch nur drei Kreise 43, 43', 43'' beispielshalber angeführt sind, so sei doch darauf hingewiesen, dass jede beliebige Anzahl möglich ist. Im Falle der Verwendung des Aufnahmeschirmes einer Videokamera als Target 40 kann — bei Vorhandensein eines Objektives veränderlicher Vergrösserung, z. B. gegebenfalls auch eines Wechselobjektivsystems — gleich das vorhandene Objektivsystem der Kamera als Objektiv 39 verwendet werden.

Aus den obigen Erläuterungen ergibt sich, dass mit Hilfe der gezeigten Messeinrichtung 34 bis 43 eine absolute Ermittlung der Feinheit der Mahlgutpartikel möglich ist. Dennoch mag es erwünscht sein, eine Referenzmessung vorzunehmen. Zu diesem Zwecke ist im Strahlengange des Laserstrahles 38 ein geneigter, halbdurchlässiger Spiegel 45 vorgesehen, der einen Teil des Lichtes ausblendet. Im Strahlengang des so geschaffenen Laserstrahles 138 liegt eine weitere Schaukammer 132, die an eine Leitung 131 angeschlossen ist. In der Leitung 131 ist eine Pumpe 130 vorgesehen, die eine ähnliche verdünnte Dispersion aus einem Behälter 126 fördert. In den Behälter 126 mündet einerseits eine an das Einlassrohr 3 angeschlossene Abzweigleitung 127 und andererseits eine Abzweigung 128 der Leitung 28. Anstelle eines mechanischen Mischers ist hier die Anordnung so getroffen, dass die Leitung 128 zusammen mit der sie im Mündungsbereich umgebenden Leitung 127 eine Flüssigkeitsstrahlpumpe 129 bildet, die einerseits eine Sogwirkung auf die Abzweigleitung 127 ausübt, andererseits auch für eine Vermischung und Verwirbelung der beiden Flüssigkeiten sorgt. Gegebenfalls kann das Düsensystem 129, wie für Wirbelkammern an sich bekannt, im Sinne einer besseren Verwirbelung ausgebildet sein.

In jedem Falle wird sich die ergebende Flüssigkeitsmischung im Behälter 126 beruhigen und über die Pumpe 130 dem Schauglas 132 zugeführt werden, hinter dem ein ähnliches Objektiv 139 und ein ähnliches Target 140 angeordnet sind. Die Ausgänge der Targets 40, 140 werden der Auswertstufe 144 zugeführt, die ein Ausgangssignal an eine Regelstufe 46 abgibt, die beispielsweise einen Mikroprozessor enthalten kann. Von dieser Regelstufe 46 wird dann entsprechend dem eingangs zitierten Stande der Technik sowohl der elektro-fluidische Wandler 19, als auch ein Stellkreis 47 zur Regelung der Drehzahl eines die Pumpe 11 für das Mahlgut antreibenden Motors 48, wie auch ein Drehzahlregelkreis 49 für den Rührwerksmotor 8 geregelt, welcher letzterer beispielsweise die aus dem Stande der Technik bekannte Frequenzwandlerstufe 50 sowie einen Motorsteuerkreis 51 enthalten kann. Es wurde bereits erwähnt, dass Regelung dabei vereinfacht ist, wenn anstelle eines Elektromotors 8 ein hydraulischer Motor verwendet wird. Die Regelung erfolgt dabei in dem Sinne, dass bei ungenügender Feinheit die in den Mahlbehälter 2 eingebrachte absolute Mahlleistung entweder erhöht wird oder der Durchsatz des Mahlgutes durch den Mahlbehälter 2 durch Verminderung der Drehzahl des Motors 48 vermindert wird. Da das letztere weniger erwünscht ist, beinhaltet vorzugsweise die Regelstufe 46 einen Sequenzregler (der vom Programm des erwähnten Mikroprozessors gebildet sein kann), wobei bevorzugt zunächst der elektro-fluidische Wandler 19 geregelt wird und dabei im Falle unge-

nügender Produktfeinheit der Kolben 13 hochgefahren wird. Erst wenn der Kolben 13 gegen die Grenze seines Regelbereiches, d.h. gegen seine oberste Stellung hin (wie dargestellt) gelangt, wird eine der Drehzahlen der Motoren 8 und/oder 48 verändert werden. Dies kann schon vor dem Erreichen der obersten Stellung durch den Kolben 13 erfolgen, bevorzugt in der Weise, dass ab einer gewissen, einen Schwellwert darstellenden, Stellung des Kolbens 13 die Drehzahl zu einem gewissen Prozentsatz verändert wird, der sich mit zunehmender Höhe des Kolbens 13 dann steigert (allenfalls in Stufen) bis in der obersten Grenzstellung des Kolbens 13 die Drehzahlregelung voll wirksam ist. Dabei ist es bevorzugt, wenn auch die Drehzahl der beiden Motoren 8, 48 sequentiell geregelt wird, indem erst die Drehzahl des Motors 8 erhöht wird, und nun in ähnlicher Weise ein Übergang auf die Drehzahlregelung des Motors 48 erfolgt, d.h. bei Erreichen eines Grenzwertes des Regelbereiches für den Motor 8 wird die Drehzahl des Motors 48 für die Pumpe 11 zur weiteren Ausregelung herabgesetzt. Um die jeweilige Stellung des Kolbens 13 zu bestimmen, kann entweder die Steueranordnung 19 so ausgebildet sein, dass die jeweilige Fluidmenge, die über die Leitungen 14 bzw. 16 gesandt wurde, in Form eines Signales vorliegt, das an den Regelkreis 46 übermittelt wird. Beispielsweise kann hierzu die verbindende Leitung 52 als Datenbus ausgebildet sein, oder es ist eine gesonderte (nicht dargestellte) Leitung vorgesehen. Eine andere Möglichkeit besteht darin, am unteren Ende der als Lagerung für die Trennscheibe 12 dienenden, verbeiterten Kolbenstange oder der Welle der Trennscheibe 12 selbst einen Messwertgeber vorzusehen, ähnlich, wie dies einerseits aus dem Stande der Technik bekannt ist, andererseits anhand der Fig. 3 später noch beschrieben wird.

Die Messung der Produktfeinheit wurde oben anhand der Fig. 1 und einer elektro-optischen Messanordnung veranschaulicht. Es sind aber zahlreiche verschiedene Methoden möglich, um die Feinheit des Produktes direkt oder indirekt zu ermitteln. Wenn man davon ausgeht, dass bei groben Partikeln die notwendigerweise dazwischen verbleibenden Lücken — selbst bei grösster Packungsdichte der einzelnen Partikeln — relativ gross bleiben müssen, hingegen bei kleineren Partikeln entsprechend kleiner sein können, so wird verständlich, dass sich mit kleiner werdender Partikelgrösse auch verschiedene physikalische Eigenschaften der Dispersion dieser Partikel verändern werden. Solche physikalischen Eigenschaften sind etwa der elektrische Leitwert, der Wert des Widerstandes für hindurchgeleitete Wellen, z.B. Ultraschallwellen, oder auch die Viskosität. Fig. 2 veranschaulicht ein besonderes Ausführungsbeispiel, das u.a. dadurch bemerkenswert ist, dass in diesem Falle die erhaltene Produktfeinheit anhand einer Viskositätsmessung ermittelt wird. In dieser Fig. 2 haben Teile gleicher Funktion die selben Bezugszeichen wie in Fig. 1, Teile ähnlicher Funktion die selben Bezugszeichen aber mit einem Buchstaben versehen.

Dabei ist anstelle einer Rührwerksmühle 1 mit vertikaler Welle 53 (Fig. 1) eine Rührwerksmühle 1 mit horizontaler Welle 53a für ein Rührwerk 7a vorgesehen. Dieses Rührwerk 7a ist im Gegensatz zu Fig. 1 ohne Werkzeuge 54 ausgebildet (sog. Ringspaltmühle) und besitzt eine Kühlung durch schraubenförmig um den Mahlbehälter 2a herumgeführte Kühlrohre 55a anstelle des in Fig. 1 dargestellten Kühlmantels 55, der dort einen Einlassstutzen 56 und einen Auslassstutzen 57 aufweist. Überdies weist auch der Rotor 7a Kühlkanäle 58 auf.

Zur Veränderung des Arbeitsvolumens des Mahlbehälters 2a ist jedoch nicht ein Kolben 13 vorgesehen, sondern es ist innerhalb eines Zylinders 17a ein Betätigungskolben 18a mittels einer im wesentlichen gleichartig wie in Fig. 1 aufgebauten Steuerung 19 verschiebbar. Der Kolben 18a ist nun

mit dem konischen Rotor 7a verbunden, so dass der Spalt zwischen der Aussenfläche des Rotors 7a und der Innenfläche des Mahlbehälters 2a beim Verschieben des Rotors 7a in der einen Richtung verschmälert wird, in der anderen Richtung erweitert wird.

Diese Anordnung gehört aber ebenso zum eingangs zitierten Stande der Technik, wie eine ausserhalb des Mahlbehälters 2a geführte Mahlkörper-Umlaufleitung 59, die einerseits an den Produkteinlass 3a und andererseits an den Produktauslass 10a des Mahlbehälters 2a angeschlossen ist. Ebenso ist es bekannt, neben der eigentlichen Produktpumpe 11a am Einlass 3a bzw. am Auslass 10a zusätzliche Pumpen 11b, 11c anzuordnen, wobei durch entsprechende Regelung ihrer beiden Motoren 48b, 48c beispielsweise über die Pumpe 11b zeitweise mehr zugeführt und über die Pumpe 11c weniger abgeführt werden kann oder umgekehrt. Eine solche Differenz ist zwar nur in einem beschränkten Ausmasse möglich, zumal sich dadurch innerhalb des Mahlbehälters 2a ein Druck auf- oder abbaut, doch ergibt sich ein Ausgleich dadurch, dass die Pumpen 11b, 11c als Schneckenpumpen ausgebildet sind, die vor allem die festen Bestandteile zwangsläufig mitnehmen, wogegen für die flüssigen Bestandteile die Förderung eher kraftschlüssig erfolgt. Dies bewirkt, dass durch die erwähnte Differenz der Drehzahlen der Motoren 48b, 48c, praktisch die Anzahl der im Mahlbehälter 2a enthaltenen Mahlkörper geregelt werden kann und damit der oben erwähnte Lückengrad. Eine weitere Regelungsmöglichkeit zur Veränderung des Lückengrades wird später noch beschrieben. Zum bekannten Stande der Technik gehört aber noch, dass ein Prozessorsystem 146 mit mehreren Sollwerteingängen 60 vorgesehen ist. Solche Sollwerteingänge sind selbstverständlich auch bei Anordnung nach Fig. 1 vorgesehen, dort aber nicht dargestellt. Beispielsweise mag entsprechend der Beschreibung der DE-OS 3 038 794 der eine Sollwerteingang 60 zur Vorgabe einer bestimmten Stellung des Kolbens 18a, der andere zur Einstellung der Drehzahl des Motors 8 und die weiteren Eingänge zur Veränderung der Drehzahl der Motoren 48b, 48c vorgesehen sein.

Abweichend vom Stande der Technik fördert die Pumpe 11a über eine Leitung 61 in einen Rührbehälter 126a, von wo das zugeführte Produkt über eine Leitung 62 der Umlaufleitung 59 zugeführt wird. Andererseits ist ein ähnlicher Behälter 26a mit dem Produktauslass 10a in der Weise verbunden, dass er hinter einem die Mahlkörper 6 vom Produkt trennenden Vibrationssieb 63 und einer Zentrifuge 64 (zum Abtrennen von Bruchstücken der Mahlkörper) angeordnet ist. Beide Behälter 26a, 126a dienen zunächst zur Bestimmung der Viskosität, aus der aber dann aufgrund eines entsprechenden, im Prozessorsystem 146 vorgesehenen Rechenprogrammes auf die Feinheit des Mahlgutes geschlossen wird. Hierzu sind die nachstehend erläuterten Voraussetzungen zu beachten.

Beide Behälter 26a, 126a sind völlig gleichartig aufgebaut, besitzen völlig gleichartige Rührwerke 129, die beide von gleichartigen Motoren 65 antreibbar sind. Die Motoren sind vorzugsweise Gleichstrommotoren mit Permanentmagnet und eisenfreiem Anker, z.B. kollektorlose Motoren, wobei der Zusammenhang zwischen den durch die Rührwerke 129 zu überwindenden Widerstand und der Stromaufnahme der Motoren 65 zweckmässig linear ist, obwohl im Falle einer Nichtlinearität und bekannter Charakteristik der Motoren das im Prozessor 146 vorgesehene Rechenprogramm einen entsprechenden Ausgleich schaffen kann. Aus diesem Grunde brauchen auch die Motoren nicht unbedingt in der geschilderten Weise aufgebaut sein.

Da überdies die Viskosität eine Funktion der Temperatur ist, die aber auf die Produktfeinheit natürlich keinen Ein-

fluss besitzt, muss dieser Faktor ausgeschaltet werden, und hierzu sind Temperatursensoren 66 an die Behälter 26a, 126a angeschlossen. Zur Messung der Stromaufnahme der Motoren 65 sind entsprechende Messkreise 67 vorgesehen. Die Berechnung der Viskosität aus diesen Daten erfolgt in bekannter Weise (vgl. die PCT-Veröffentlichung WO 83/00101) unter Berücksichtigung der Drehzahl der Rührwerke 129, der Nusseltzahl, der Reynoldzahl, des Drehmomentes der Rührwerke 129 und gewisser Gegebenheiten, wie einer Konstante, die vom Aufbau des Rührwerkes selbst abhängig ist und dem spezifischen Gewicht des Mahlgutes. Wie in Fig. 2 ersichtlich, sind die Messkreise 67 über zwei Leitungen einerseits mit dem jeweiligen Motor 65, andererseits mit dem Prozessorsystem 146 verbunden, wobei die eine Leitung zur Messung der Drehzahl, die andere zur Messung der Stromaufnahme (Drehmoment) dient.

Aus dem Vergleich der Viskositäten des zugeführten und des abgeführten Produktes unter Ausschaltung der Temperatur als Einflussgrösse (die beim abgeführten Produkt aufgrund der eingebrachten und in Wärme umgewandelten Mahlleistung normalerweise höher sein wird) lässt sich ein Rückschluss auf die erzielte Produktfeinheit ziehen bzw. kann z. B. über einen weiteren Sollwerteingang 60 eine gewünschte Viskositätsdifferenz eingegeben werden.

Es wurde oben bereits erwähnt, dass über das Prozessorsystem 146 eine Anzahl von Regelstrecken beeinflussbar sind, wobei die Regelung im Prinzip in ähnlicher Weise erfolgen wird, wie dies anhand der Fig. 1 beschrieben wurde. Dies bedeutet, dass bevorzugt der Lückengrad geregelt wird, und dies kann bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführung einerseits durch Verschiebung des Kolbens 18a und andererseits durch Beeinflussung der Drehzahlen der Motoren 48b, 48c erfolgen, die dann im Sinne einer bestimmten Drehzahldifferenz beeinflusst werden. Obwohl es für manche Anwendungen oder Konstruktionsformen möglicherweise umgekehrt günstiger sein kann, wird es im allgemeinen bevorzugt sein, wenn erst der Kolben 18a über den elektro-fluidischen Wandler 19 geregelt wird, bevor eine Regelung der Drehzahlen der Motoren 48b, 48c erfolgen wird. Es wurde oben bereits erwähnt, dass die Regelung der Drehzahlen der Motoren 8 bzw. 48 (in dieser Reihenfolge) zweckmässig erst in letzter Linie erfolgt.

In der Ausführung gemäss Fig. 2 ist aber eine dritte Möglichkeit vorgesehen, um den Lückengrad innerhalb des Mahlbehälters 2a zu verändern. Es ist an sich bekannt, bei Rührwerksmühlen spezielle Einlässe vorzusehen, um zur Veränderung des Lückengrades (insbesondere im Falle der Vergrösserung desselben aufgrund des Verschleisses von Mahlkörpern), d. h. im wesentlichen zur Konstanthaltung desselben, Mahlkörper von Hand aus eingeführt werden können. In der vorliegenden Ausführung kann die Umlaufleitung 59 aber zu einer Automatisierung und zum vollständigen Verändern des Lückengrades während des Betriebes der Rührwerksmühle 1a ausgenutzt werden. Hierzu sind oberhalb einer im Abschluss an das Vibrationssieb 63 vorgesehenen, z. B. im Querschnitt rechteckförmigen bzw. im Längsschnitt gegen die Leitung 62 hin konvergierenden (z. B. trapezförmigen) Rohrleitung 68 mehrere siloartige Mahlkörperbehälter 69 vorgesehen, von denen wieder Mahlkörper einer anderen Grösse, gegebenenfalls auch eines anderen Typs (vor allem verschiedenen Materials) enthält. Die Anzahl der vorgesehenen Behälter 69 entspricht den jeweiligen Gegebenheiten und kann diesen angepasst werden. Die durch automatisch betätigbare Verschlüsse 70 verschliessbaren Auslässe der Behälter 69 münden in einen zur Rohrleitung 68 führenden Trichter 71.

Die Rohrleitung 68 ist nun aus der mit vollen Linien dargestellten Lage in eine strichliert dargestellte Lage 68' bring-

bar, in der ihre Oberseite auf einen Mischtrichter 72 ausgerichtet ist, in den auch die Leitung 62 mündet. Das Innere der Rohrleitung 68 hingegen weist auf eine lediglich schematisch angedeutete Wasch- und Separiereinrichtung 73. Ist daher die Rohrleitung 68 in der strichliert dargestellten Lage 68', so werden die vom Vibrationssieb 63 abgestossenen Mahlkörper 6 der Wasch- und Separiereinrichtung 73 zugeführt, in der sie von einer allfälligen Restbelag an vom Sieb 63 abgetrennten und dem Behälter 26a zugeführten Produkt gesäubert, anschliessend, beispielsweise mittels mehrerer Siebe, nach Grössen sortiert und zweckmässig auch automatisch wiederum in die Behälter 69 rückgeführt werden, wie dies durch eine Linie 74 schematisch angedeutet ist. Die Rückführung kann natürlich auch von Hand aus erfolgen bzw. können die rückgeführten Mahlkörper besonderen (nicht dargestellten) Behältern zugeführt werden.

Wenn die Rohrleitung 68 in die Position 68' gebracht wird, was durch ein entsprechendes Stellglied 75 (Läufermotor, Tauchspulenmagnete od. dgl.) geschehen kann, so erfolgt dies aufgrund eines Steuerbefehles des Prozessorsystems 146. Gleichzeitig gibt der Prozessor 146 einen Befehl über wenigstens eine von mehreren Ausgangsleitungen 76 aus, wodurch ein Verschluss 70 eines Behälters (gewünschtenfalls von zwei Behältern 69) geöffnet und eine vorbestimmte Anzahl von Kugeln einer Grösse, die vom Prozessor 146 ermittelt worden ist in den Trichter 71, von dort auf die Oberseite der geneigten Rohrleitung 68 und über diese in den Mischtrichter 72 geführt wird. Falls sich also herausstellt, dass die erzielte Produktfeinheit nicht den Wünschen entspricht, kann innerhalb eines Umlaufes durch die Umlaufleitung 59 die gesamte Anzahl von Mahlkörpern ausgewechselt werden, wobei der jeweilige Verschluss 70 so lange offen gehalten wird (gegebenenfalls ist an dieser Stelle eine Dosiereinrichtung vorgesehen), bis die vom Prozessor 146 bestimmte Menge an Kugeln in die Umlaufleitung 59 eingebracht wurde. Diese Menge kann gegenüber der vorherigen unterschiedlich sein, so dass also der Lückengrad sowohl durch Veränderung der Mahlkörperdurchmesser wie durch Änderung der Anzahl der Mahlkörper geregelt werden kann. Überdies bestehen ja noch die oben erwähnten Möglichkeiten der Regelung über den Kolben 18a und mit Hilfe einer vom Prozessorsystem 146 bestimmten Drehzahldifferenz der Motoren 48b, 48c. Auch ist es möglich, gegebenenfalls nur einzelne Kugeln zuzugeben, und hierfür mag eine gesonderte, nicht dargestellte, Leitung an den Trichter 71 angeschlossen und mit dem Mischtrichter 72 verbunden sein, wobei entsprechende Absperreinrichtungen bzw. Ventile über den Prozessor gesteuert werden.

Mit all diesen Regelmöglichkeiten sollte man eigentlich ohne zusätzliche Regelung der Drehzahl der Motoren 8 bzw. 48 auskommen, doch ist ersichtlich, dass das Prozessorsystem 146 auch mit diesen verbunden ist.

Wie sich aus den obigen Erläuterungen ergibt, muss das Prozessorsystem 146 ein Rechenprogramm zur Ermittlung der Produktfeinheit aufgrund der von den Messanordnungen 66, 67 gelieferten Messdaten. Wenn aber nun schon ein derartiger rechnerischer Aufwand getrieben wird, so kann damit überhaupt auf eine besondere Messanordnung verzichtet werden, wobei entsprechender Platz und die Kosten teurer Messgeräte vermieden werden, indem gewissermassen die Rührwerksmühle selbst als Messanordnung herangezogen wird, wie dies die Fig. 3 veranschaulicht.

Zu diesem Zwecke ist es notwendig, die Charakteristiken einer Rührwerksmühle 1b genau zu kennen und ein entsprechendes mathematisches Modell des Betriebes zu erstellen. Ferner werden alle wesentlichen Betriebsparameter einer so geregelten Rührwerksmühle 1b erfasst, die im wesentlichen ähnlich der Rührwerksmühle 1 der Fig. 1 aufgebaut ist, so

dass sich in Fig. 3 für die meisten Teile die selben Bezugszeichen vorfinden wie in Fig. 1, allenfalls mit dem Buchstaben «b» versehen. Dabei ist neben dem Stator Kühlmantel 55 mit dem Einlass 56 und dem Auslass 57 auch ein Rotorkühlkreis vorgesehen, wobei Kühlflüssigkeit, im allgemeinen Wasser über einen Kühlmittelinlass 77 zugeführt wird, das Innere des Rotors 7b durchläuft und über ein Rohr 78 einer Dreheinführung 79 am oberen Ende der Mühle 1b zugeführt wird und über einen Kühlmittelauslass 80 wiederum verlässt. Es ist ersichtlich, dass in beiden Einlässen 56, 77 Ventile 81, 82 veränderlichen Querschnittes vorgesehen sind, die über entsprechende Stellglieder 83, 84 steuerbar sind. Jedem Ventil 81, 82 ist vorzugsweise ein Positionsgeber 85 zugeordnet, der als Potentiometer angedeutet ist.

Weitere Messanordnungen können in einem Druckmesser 86 für den Druck des zugeführten flüssigen Produktes, in einem Temperaturmesser 87 für die Eingangstemperatur desselben, einem Temperaturmesser 88 für die Ausgangstemperatur des Produktes, einem Tachogenerator 89 für die Drehzahl des Motors 48 bzw. der Pumpe 11, in Temperatursensoren 90 für die Ein- bzw. Ausgangstemperatur des Statorkühlkreises, in Temperatursensoren 92 für die Ein- bzw. Ausgangstemperatur des Rotorkühlkreises, in einem Tachogenerator 93 für die Drehzahl des Rührwerkes 7b, einer Messanordnung 167 für die Stromaufnahme des Motors 8 und einem — beispielsweise von einem Drehpotentiometer gebildeten — Messwertgeber 94 für die jeweilige Position des Kolbens 13 bestehen.

Die Ausgangssignale all dieser Messwertgeber werden einer zweiteiligen Rechenstufe 95 zugeführt. Diese Rechenstufe 95 mag in ihrem einen Teil in Form einer, in der Regeltechnik als «Beobachter» bezeichneten Rechenstufe aufgebaut sein, an die sich als zweiter Teil eine, in der Regeltechnik als «Parameteridentifikator» bezeichnete Rechenstufe anschliesst. Solche Rechenstufen werden dazu benützt, aus vorhandenen Messwerten aufgrund eines eingespeicherten mathematischen Modelles, die allenfalls noch fehlenden Messwerte zu berechnen. Wenn daher eine Anzahl von Eingangswerten n in die Rechenstufe 95 eingegeben wird, so ergeben sich am Ausgange derselben zumindest eine Anzahl von $n + 1$ Ausgangswerten. Aus Fig. 3 ist ersichtlich, dass die Rechenstufe 95 eine grosse Anzahl von Eingängen besitzt, was mit einem entsprechenden Verdrahtungsaufwand verbunden ist. Dieser Verdrahtungsaufwand kann durch Multiplexen bzw. durch Verwendung eines Datenbuses, über den die Messsignale sequentiell abgerufen werden, vermindert werden. Im Prinzip ist es möglich, dass die Rechenstufe 95 eine entsprechend vergrösserte Anzahl von Ausgangsleitungen besitzt, wobei eine dieser Leitungen 96 ein Ausgangssignal führt, das der errechneten Produktfeinheit entspricht. Diese Leitung 96 könnte die Eingangsleitung einer Komparatorstufe 97 bilden, der an ihrem anderen Eingang ein Sollwertsignal von einem Sollwertgeber 98 zugeführt wird. Über eine Ausgangsleitung 99 könnte dann beispielsweise der elektro-fluidische Wandler 19 gesteuert werden bzw. die Regelung analog zu der der Fig. 1 vorgenommen werden.

Bevorzugt erfolgt jedoch die Regelung gemäss dem in Fig. 3 mit vollen Linien dargestellten Schema. Wenn nämlich schon die zweiteilige Rechenstufe 95 vorhanden ist, so können deren Ausgänge (nur einer ist dargestellt) jeweils mit einer Komparatorstufe 197 verbunden sein, die das Sollwertsignal über den Sollwertgeber (z.B. einen Speicher) 98 erhält. Dabei kann die Anordnung so getroffen sein, dass die Rechenstufe 95 — gesteuert von einem Taktgenerator 100 — die Ausgangssignale sequentiell an eine einzige Komparatorstufe 197 abgibt, wobei, ebenfalls über den Taktgenerator 100, aus dem Sollwertspeicher 48 sequentiell die zugehörigen

Sollwerte abgerufen werden. Auf diese Weise kann man mit einer einzigen Komparatorstufe 197 das Auslangen finden.

Der zweite Teil («Parameteridentifikator») der Rechenstufe 95 besitzt eine Ausgangsleitung 101, an die — z.B. über einen Zwischenspeicher 102 — eine Rechenstufe 103 zur adaptiven Berechnung der jeweils vorzugebenden Sollwerte angeschlossen ist. Es versteht sich, dass durch die Änderung der Betriebsbedingungen nach einer gewissen Anlaufzeit, dann im Verlaufe des Betriebes durch Verringerung der Viskosität des Produktes bzw. Abnutzung der Mahlkörper eine gewisse Adaption zweckmässig ist. Der Ausgang der Rechenstufe 103 ist dann mit dem Sollwertgeber 98 verbunden, um im Speicher die jeweils obsoleten Sollwerte durch die aktuellen zu ersetzen. Die Berechnung wird dabei von einem Speicher 104 beeinflusst, der die von einer Eingabevorrichtung 105 erhaltenen Daten über gewünschte Betriebsverläufe enthält.

Gleichgültig, ob das Ausgangsmaterial der Rechenstufe 95 sequentiell einer einzigen Komparatorstufe 197 zugeführt wird oder ob für jeden Ausgangswert eine Komparatorstufe vorgesehen ist (eine dritte Möglichkeit besteht darin, dass die Stufen 95 und 197 sowie gegebenenfalls weitere der dargestellten Stufen Teile eines einzigen Prozessorsystems, etwa nach Art des Systems 146 der Fig. 2, sind), wird jedes der so erhaltenen Differenzsignale anschliessend gewichtet. Dies bedeutet, dass es einer Multiplikation mit einem im jeweils zugeordneten Faktor unterworfen wird. Dies geschieht am einfachsten, indem an dem Ausgang der bzw. jeder Komparatorstufe 197 ein Verstärker 106 regelbarer Verstärkung angeschlossen ist. Dieser Verstärker 106 erhält ein dem jeweiligen Faktor entsprechendes Signal über eine Steuerleitung 107, an der ein Speicher 108 für sämtliche den jeweiligen Ausgangssignalen der Rechenstufe 95 bzw. der Komparatorstufe 197 zugeordneten Gewichtungsfaktoren angeschlossen ist. Falls — wie dargestellt — die Signale von den Stufen 95, 197 sequentiell abgegeben werden, so wird zweckmässig auch der Speicher 108 über den Taktgenerator 100 sequentiell abgerufen.

Auch die Gewichtungsfaktoren des Speichers 108 können sich im Zuge des Betriebes der Rührwerksmühle 1b verändern. Deshalb ist auch der Speicher 108 an die Ausgangsleitung 101 angeschlossen, doch bedarf es hierzu nicht unbedingt einer eigenen Rechenstufe (vgl. 103), wie dies für den Speicher 98 dargestellt wurde. Eine günstigere Alternative besteht darin, einen Tabellenspeicher 109 vorzusehen, der sämtliche Werte — in diesem Falle sämtliche Gewichtungsfaktoren — enthält, und aus dem aufgrund des über die Leitung 101 zugeführten Signales der jeweils entsprechende Wert abgerufen und dem Speicher 108 zugeführt wird, wo er den vorhergehenden Gewichtungsfaktor für ein bestimmtes Ausgangssignal der Komparatorstufe 197 ersetzt. Aus dieser Funktion lässt sich bereits ersehen, dass die verwendeten Speicher 98, 104, 108 zweckmässig in Form von Schieberegistern realisiert sind.

Die mit Hilfe der Verstärkerstufe 106 gewichteten Differenzsignale der Komparatorstufe 197 werden einer Kumulations- und Regelstufe 110 zugeführt, in der sämtliche Ausgangssignale der Rechenstufe 95 nach entsprechender Bearbeitung durch die Stufen 197 und 106 aufkumuliert und zu einem Regelsignal verarbeitet werden. Dabei ergeben sich gemäss dem dargestellten Ausführungsbeispiel fünf Ausgangsleitungen, über die in erster Linie der elektro-fluidische Wandler 19, in zweiter Linie die Drehzahl eines der Motoren 8, 48 und in letzter Linie die Ventile 81, 82 gesteuert werden. Es sei darauf hingewiesen, dass die in Fig. 3 dargestellte Regelung mit der zweiteiligen Rechenstufe 95, der Komparatorstufe 197, der Gewichtung der Ausgangssignale mit Hilfe der Verstärkerstufe 106 und der Kumulations- und Regelstu-

fe 110 wegen der so erzielbaren hohen Regelgenauigkeit ganz unabhängig davon von Vorteil ist, ob dabei ein der Produktfeinheit entsprechendes Signal benützt wird oder nicht. Andererseits versteht es sich aus den obigen Erläuterungen, dass auf diese Weise das Produktfeinheitssignal ohne hohen messtechnischen Aufwand erhalten werden kann, der gerade zum Messen einer derartig diffizilen Grösse notwendig ist. Ferner sei darauf hingewiesen, dass eine Kugelaustauschvorrichtung, wie sie anhand der Teile 68 bis 71 der Fig. 2 gezeigt wurde, ebenfalls unabhängig von der Messung der Produktfeinheit mit Vorteil insbesondere dort anwendbar ist, wo eine Umlaufleitung 59 vorgesehen ist, gegebenenfalls aber auch bei Rührwerksmühlen mit einem entsprechenden Kugelein- und -auslass.

Im Rahmen der Erfindung sind selbstverständlich sämtliche erläuterten Merkmale untereinander austauschbar bzw.

miteinander kombinierbar, wobei es beispielsweise möglich ist, anstelle der Potentiometer 85 zum Erhalt einer Kenngrösse über den Durchflussquerschnitt der Ventile 81, 82 allenfalls Durchflussmengenmesser zu verwenden. Falls das Kühlmittel mit Hilfe von Pumpen durch die Leitungen gebracht wird, können selbstverständlich auch deren Drehzahlen, allenfalls deren Drücke der Rechenstufe 95 eingegeben werden. Andererseits mag man zur Vereinfachung gewünschtenfalls auf die Eingabe des einen oder anderen Messwertes verzichten. Wenn auch in allen Ausführungsbeispielen eine automatische Regelung mit Hilfe entsprechender Regelkreise bzw. (für Prozessleitsysteme besser:) Regelverknüpfungen gezeigt ist, so versteht es sich, dass die anhand der Ausführungsbeispiele erläuterten Verfahren an sich auch von Hand aus durchgeführt werden könnten.

20

25

30

35

40

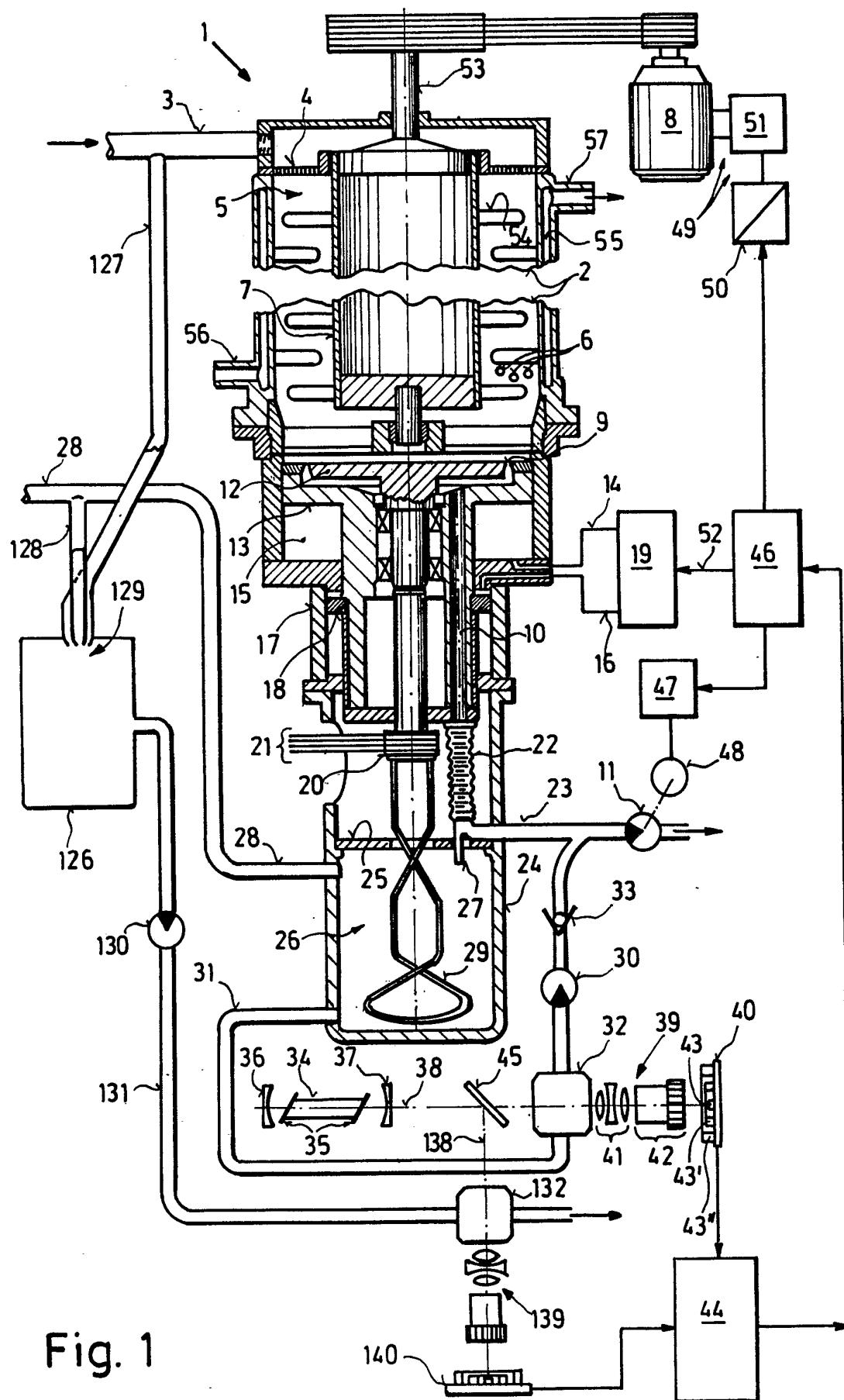
45

50

55

60

65



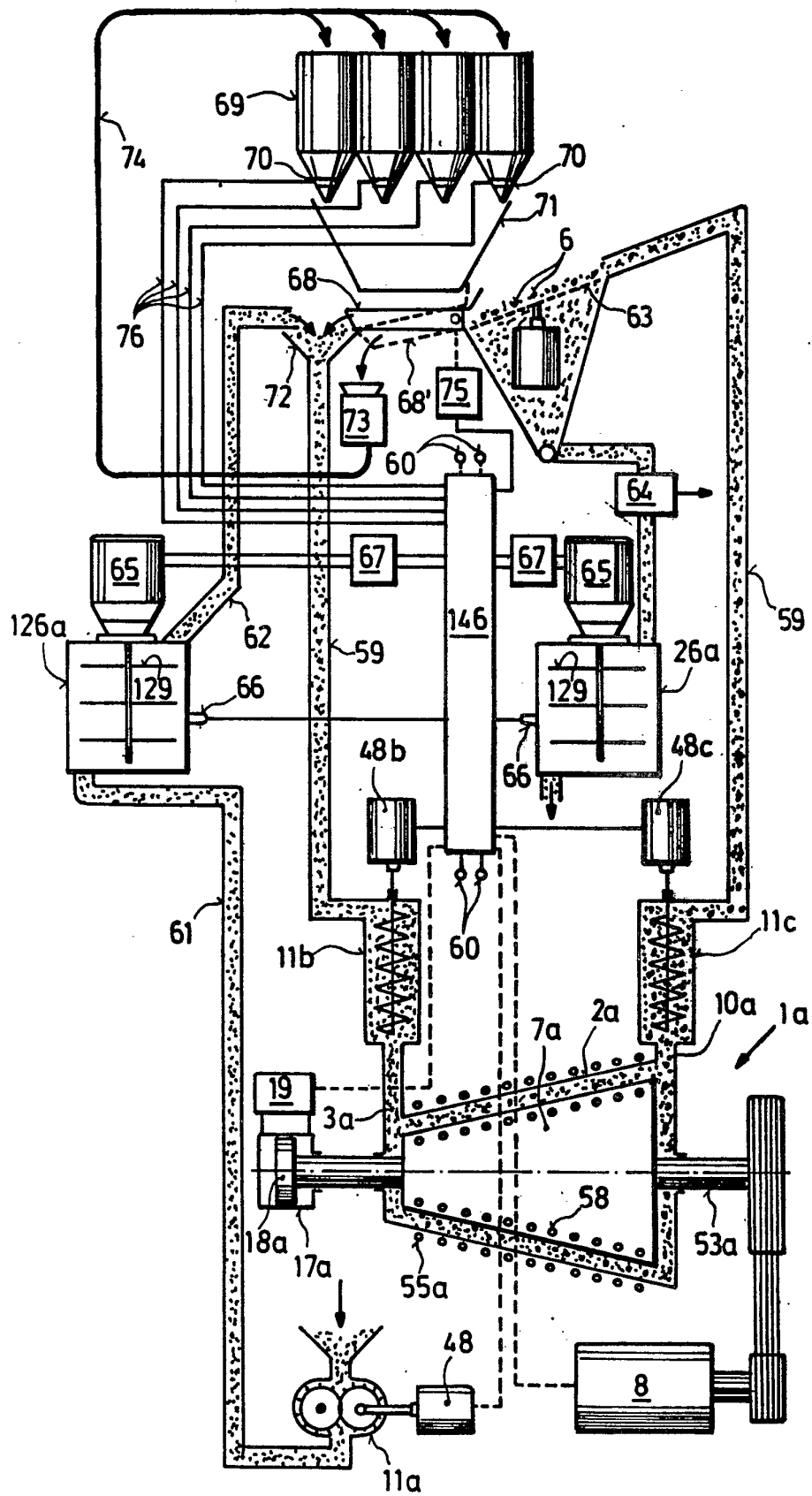


Fig. 2

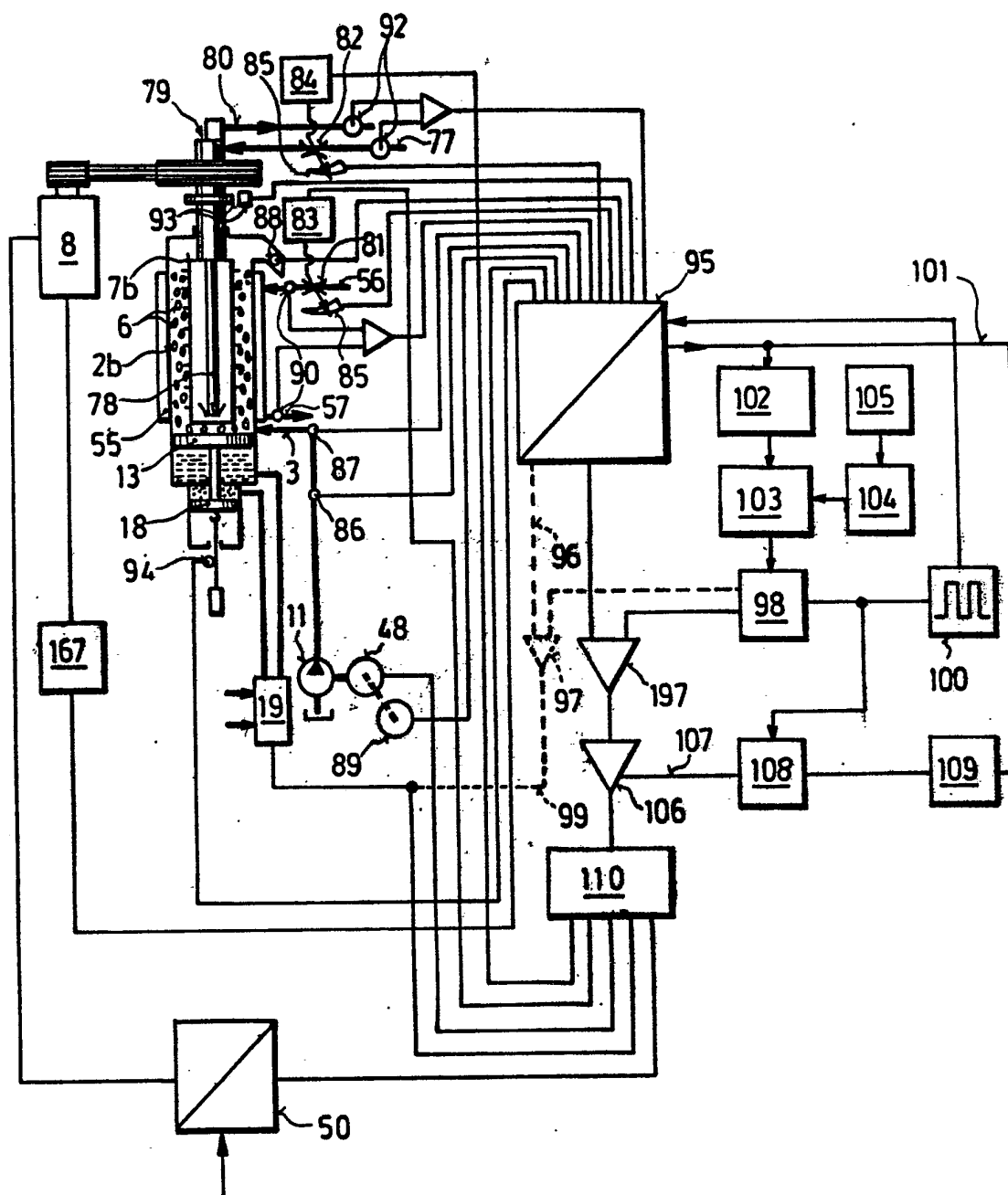


Fig. 3