



12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

②¹ Anmeldenummer: 90116285.9

⑤ Int. Cl.⁵: **D01H 1/34**, D01H 13/32

②② Anmeldetag: 24.08.90

③ Priorität: 30.08.89 DE 3928755

Erfinder: Oehler, Reinhard
Brunnenrain
CH-8415 Berg am Irchel(CH)
Erfinder: Meyer, Urs, Dr.
Hohfurristrasse 1
CH-8172 Niederglatt(CH)

④ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.03.91 Patentblatt 91/10

Benannte Vertragsstaaten:
CH DE IT LI

71 Anmelder: MASCHINENFABRIK RIETER AG
Postfach 290
CH-8406 Winterthur(CH)

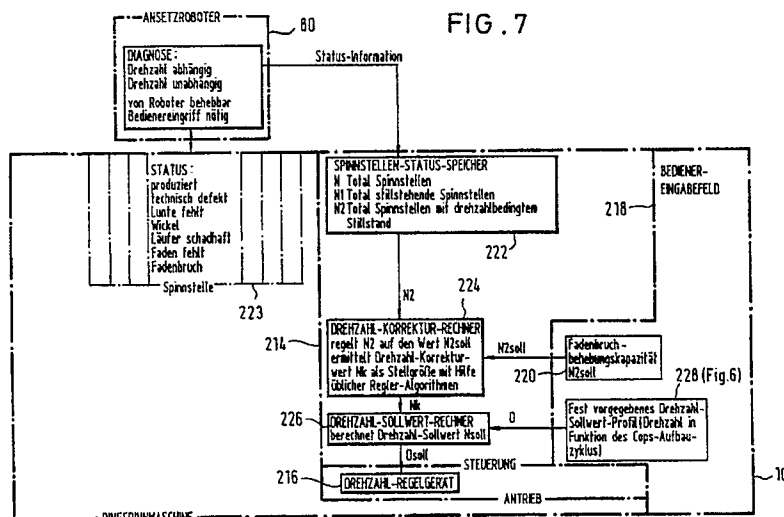
74 Vertreter: **Dipl.-Phys.Dr. Manitz**
Dipl.-Ing.Dipl.-Wirtsch.-Ing. Finsterwald
Dipl.-Phys. Rotermond Dipl.-Chem.Dr. Heyn
B.Sc.(Phys.) Morgan
Robert-Koch-Strasse 1
W-8000 München 22(DE)

⑦2 Erfinder: **Erni, Markus**
Langgasse 56
CH-8406 Winterthur(CH)

54 Verfahren zur Regelung der Arbeitsgeschwindigkeit einer Ringspinnmaschine.

57) Ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Regelung der Arbeitsgeschwindigkeit einer Spinnmaschine, insbesondere einer Ringspinnmaschine mit einer Vielzahl von Spinnstellen, an denen Garn produzierbar ist, wobei die auftretenden Fadenbrüche ermittelt und die Drehzahl der Spindel der Spinnstellen in Abhängigkeit von der Anzahl der auftretenden Fadenbrüche pro Zeiteinheit geregelt wird, zeichnet

sich dadurch aus, daß die tatsächlich vorhandene Fadenbruchbehebungskapazität bzw. ein dieser entsprechenden Wert ermittelt wird, und daß eine Sollvorgabe (226) für die Drehzahl der Spindel in Abhängigkeit von der Anzahl der ermittelten Fadenbrüche pro Zeiteinheit und der tatsächlich vorhandenen Fadenbruchbehebungskapazität ermittelt wird.



Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung zur Regelung der Arbeitsgeschwindigkeit einer Spinnmaschine, insbesondere einer Ringspinnmaschine mit einer Vielzahl von Spinnstellen, an denen Garn produzierbar ist, wobei die auftretenden Fadenbrüche ermittelt und die Drehzahl der Spindel der Spinnstellen in Abhängigkeit von der Anzahl der auftretenden Fadenbrüche pro Zeiteinheit geregelt wird.

Ein Verfahren dieser Art ist aus der DE-AS 21 40 067 bzw. aus der DE-OS 2 336 081 bekannt.

Beispielsweise wird in der DE-AS 21 40 067 Schutz für ein Verfahren zur Produktionsverbesserung bei Spinnmaschinen beansprucht, bei welchem der Fadenbruchzustand jeder Maschine durch fortlaufend aufeinanderfolgende Abtastung ihrer Fadenstellen und Meldung jedes festgestellten Fadenbruches an eine zentrale Stelle an dieser erfaßt und mit vorgegebenen Werten verglichen wird, mit dem besonderen Kennzeichen, daß zur Regelung der Arbeitsgeschwindigkeit im Sinne einer optimalen Maschinenausnutzung das Vergleichsergebnis als Steuersignal für die Einstellung der Arbeitsgeschwindigkeit der Maschine verwendet wird.

Das soeben beschriebene Verfahren basiert auf der Überlegung, daß der Ausstoß einer intakten Fadenstelle mit wachsender Arbeitsgeschwindigkeit steigt, andererseits aber auch die Fadenbruchhäufigkeit und damit der zeitweise Ausfall einzelner Fadenstellen. Mit dem beschriebenen Verfahren will man sich in die Lage versetzen, einen einmal unter Abwägung dieser beiden gegenläufigen Einflüsse als richtig im Sinne optimaler Garnerzeugung erkannten Fadenbruchzustand stets automatisch einzuhalten. Dabei wird auch berücksichtigt, daß ein eine optimale Garnerzeugung erbringender Fadenbruchzustand von der Art des verarbeiteten Materials, insbesondere aber auch vom Zustand der Kopsbildung an den einzelnen Spinnstellen abhängt.

Obwohl man meinen konnte, daß mit diesem Vorschlag die Ausbeute einer Ringspinnmaschine und daher die Wirtschaftlichkeit der Maschine an ein Maximum gelangt ist, täuscht letzten Endes eine solche Schlußfolgerung, da sie u.a. zwei Faktoren ignoriert, denen gemäß vorliegender Erfindung größte Bedeutung zugemessen werden muß. Es handelt sich hier einerseits um die Kapazität, Fadenbrüche zu beheben, andererseits um das hierin erstmals in der Literatur eingeführte erfindungsgemäße Konzept des "Sockels". Mit dem Ausdruck "Sockel" sind alle Fadenbrüche gemeint, die nicht zeitlich statistisch verteilte Fadenbrüche sind, d.h. beispielsweise Fadenbrüche, die aufgrund mechanischer oder technischer Defekte, wie schadhafter Läufer oder Wickler oder Luntenbrüche entstanden sind. Der Sockel umfaßt erfindungsge-

mäß im wesentlichen Fadenbrüche, die nicht erfolgreich durch einen Ansetzautomaten behoben werden können und Fadenbrüche, die mit überdurchschnittlicher Häufigkeit an einer Spinnstelle auftreten.

Die Kapazität Fadenbrüche zu beheben, ist von großer wirtschaftlicher Bedeutung, da z.B. bei manueller Fadenbruchbehebung eine erhöhte Anzahl von Fadenbrüchen die Beschäftigung von mehreren Arbeitskräften bedeutet, was beträchtliche Kosten und Verpflichtungen mit sich zieht. Selbst bei Anwendung von Robotern zum Beheben von Fadenbrüchen bedeutet eine höhere Anzahl von Fadenbrüchen entweder den Einsatz von mehreren Fadenbruchbehebungsrobotern oder von teureren, leistungsfähigeren Behebungsrobotern, so daß auch hier ein wesentlicher Kostenfaktor berücksichtigt werden muß.

Im praktischen Betrieb einer Ringspinnmaschine wird üblicherweise die Maschine so eingestellt, daß alle auftretenden Fadenbrüche prompt behoben werden können. Man berücksichtigt hierdurch einerseits, daß sich nicht produzierende Spindelstellen sehr nachteilig auf die Ausbeute der Ringspinnmaschine auswirken, aber auch, daß das Betreiben einer Ringspinnmaschine bei einer erhöhten Geschwindigkeit, die notwendigerweise zu mehreren, in etwa drehzahlabhängigen, d.h. spontanen zeitlich statistisch verteilten Fadenbrüchen führt, bei kurzfristiger Abwesenheit oder Trägheit der Bedienung oder beispielsweise durch den Ausfall eines Bedienroboters rapide zu so vielen Fadenbrüchen führt, daß die Bedienung bzw. der Bedienroboter nicht mehr mit der Arbeit nachkommt, und die Ringspinnmaschine, die ständig weitere Fadenbrüche produziert, rapide in einen Zustand gelangt, wo große Produktionsverluste eintreten. Man spricht vom Absturz oder Wirkungsgradeinbuße der Ringspinnmaschine.

Die einzige Maßnahme, die hier ergriffen werden kann, um einen sich anbahnenden Absturz zu vermeiden, ist, die Arbeitsgeschwindigkeit der Ringspinnmaschine drastisch zurückzuschalten; auch auf diese Weise tritt aber ein beträchtlicher Produktionsverlust ein. Um den gefürchteten Absturz zu vermeiden, versucht man daher mit einer sehr großen Sicherheitsmarge zu arbeiten, was aber wiederum bedeutet, daß die maximale Produktion nicht erreicht wird.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung der eingangs genannten Art so auszugestalten, daß man ohne eine wesentliche Verteuerung der Ringspinnmaschine, unter Berücksichtigung aller wesentlichen Faktoren, zu einer Produktionsausbeute kommt, die nahe an dem Maximum der erreichbaren wirtschaftlichen Ausbeute liegt.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird nach einer

ersten Grundaussführung der Erfindung verfahrensmäßig so vorgegangen, daß die tatsächlich vorhandene Fadenbruchbehebungskapazität bzw. ein dieser entsprechender Wert ermittelt wird, und daß eine Sollvorgabe für die Drehzahl der Spindel in Abhängigkeit von der Anzahl der ermittelten Fadenbrüche pro Zeiteinheit und der tatsächlich vorhandenen Fadenbruchbehebungskapazität ermittelt wird.

Hierdurch wird zum ersten Mal das Konzept der zeitabhängigen Fadenbruchbehebungskapazität mit berücksichtigt und zwar in einer Art und Weise, die es ermöglicht, die Ringspinnmaschine so zu betreiben, daß nahe an der Absturzgrenze ein Maximum an Produktion erreicht wird, jedoch ohne die Absturzgrenze tatsächlich zu erreichen.

Die Ermittlung der Sollvorgabe für die Drehzahl wird vorzugsweise dadurch erreicht, daß ein fest vorgegebenes Drehzahlsollwertprofil, das einen Grundwert für die Drehzahl als Funktion des Spinnkopsaufbauzyklusses darstellt, mit einem Korrekturwert korrigiert wird, der aus der Anzahl der auftretenden Fadenbrüche pro Zeiteinheit und der tatsächlich vorhandenen Fadenbruchbehebungskapazität errechnet wird. Dabei wird der Korrekturwert vorzugsweise anhand einer Simulation mit Variantenrechnung ermittelt, wobei die Simulation auf den besten Nutzeffekt optimiert wird.

Hierdurch können Schwankungen der Anzahl der auftretenden Fadenbrüche berücksichtigt werden, so daß die Regelung nicht zum Überschießen neigt und nicht in Schwingungen gerät. In einem einfachen Beispiel genügt es den Korrekturwert mittels eines Regelalgorithmus zu ermitteln. Es kann sich hier beispielsweise um einen PID-Regelalgorithmus handeln. Es können auch verschiedene Regelalgorithmen für die verschiedenen Phasen des Spinnkopsaufbauzyklusses verwendet werden, oder noch einfacher, der gleiche Regelalgorithmus mit verschiedenen Koeffizienten für die verschiedenen Phasen des genannten Zyklusses.

Es ist grundsätzlich möglich, die tatsächlich vorhandene Fadenbruchbehebungskapazität manuell in einen das Regelverfahren durchführenden Regler einzugeben und von Zeit zu Zeit entsprechend den Änderungen der Fadenbruchbehebungskapazität neu einzugeben.

Wenn beispielsweise während einer Schicht eine bestimmte Ringspinnmaschine von einer bestimmten Bedienung bedient wird, und diese Bedienung in der Lage ist, 60 Fadenbrüche pro Stunde zu beheben, so wird für die Fadenbruchbehebungskapazität der Wert 60 eingegeben. Geht nun die Bedienung vorübergehend weg, beispielsweise für eine Teepause, so müßte die Fadenbruchbehebungskapazität in dieser Zeit auf Null gestellt werden, vorausgesetzt, daß keine Ersatzkraft vorhanden ist, um die Maschine während der Abwesen-

heit der ersten Kraft zu betreuen. Bei einer Nachschicht, bei der beispielsweise die gleiche Frau zwei Ringspinnmaschinen zu betreuen hat, muß für beide Ringspinnmaschinen die Fadenbruchbehebungskapazität auf 30 pro Stunde gesetzt werden. Da die Bedienung im Laufe der Schicht müde wird, kann man beispielsweise auch berücksichtigen, daß die Fadenbruchbehebungskapazität im Laufe der Schicht nachläßt, beispielsweise linear reduziert von 60 auf 40 Fadenbrüche pro Stunde.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist besonders leicht handzuhaben, wenn die Behebung der Fadenbrüche durch wenigstens einen Roboter bzw. Fadenansetzautomaten durchgeführt wird. In diesem Fall ist die Fadenbruchbehebungskapazität des Bedienroboters im Regelfall festgelegt, sie hängt von seiner Konstruktion ab. Nun kann es aber vorkommen, daß beispielsweise zwei Bedienroboter, ggf. mit unterschiedlichen Fadenbruchbehebungskapazitäten, auf der gleichen Ringspinnmaschine verwendet werden, oder daß der oder der eine Bedienroboter durch mechanischen Schaden vorübergehend ausfällt. Bei einem Bedienroboter der normalerweise selbst einen Mikroprozessor enthält und der beispielsweise so ausgelegt und betrieben werden kann, wie in der deutschen Patentanmeldung P 39 09 746.3 beschrieben (Anwaltsaktenzeichen: R 2742), enthält dieser Mikroprozessor selbst Information über die Fähigkeiten und den Zustand des Bedienroboters, so daß die entsprechende Information automatisch an einen das erfindungsgemäße Verfahren durchführenden Regler übertragen werden kann.

Bei Verwendung eines Bedienroboters werden die ermittelten auftretenden Fadenbrüche vorzugsweise in wenigstens zwei Klassen, nämlich in zeitlich statistisch verteilte Fadenbrüche und in andere, den Sockel bildende Fadenbrüche klassifiziert werden, wobei der Sockel beispielsweise aus der Anzahl von Spinnstellen mit überdurchschnittlich gehäuft auftretenden Fadenbrüchen und aus der Anzahl der Spinnstellen, die defekt sind, besteht, wobei die defekten Spinnstellen beispielsweise solche sind, wo Wickel vorliegen, der Ringläufer fehlt, ein Lutenbruch vorliegt oder solche die beschädigt sind, und daher als vom Roboter nicht behebbare Fadenbrüche registriert werden, und daß die Sollvorgabe für die Drehzahl der Spindeln in Abhängigkeit von den zeitlich statistisch verteilten Fadenbrüchen pro Zeiteinheit und der tatsächlich vorhandenen Fadenbruchbehebungskapazität für solche Fadenbrüche ermittelt wird.

Diese Arbeitsweise berücksichtigt, daß erfindungsgemäß in erster Linie ein Bedienroboter zur Behebung von Fadenbrüchen, d.h. spontanen, statistisch verteilten Fadenbrüchen verwendet werden soll, nicht aber für die komplizierteren Aufgaben, wie die Reparatur von mechanischen, Schaden er-

leidenden Spinnstellen oder für die Ersetzung eines verschlissenen Ringläufers oder die Behebung eines Luntenschusses eingesetzt werden soll. Solche Aufgaben werden vorzugsweise weiterhin von der Bedienung bzw. von Fachkräften erledigt oder sie werden von weiteren Automaten übernommen.

Bei Verwendung eines Roboters wird die Fadenbruchbehebungskapazität vorzugsweise in Form einer mittleren Wartezeit, bis der Roboter einen Fadenbruch beheben kann, angegeben, während die Anzahl der ermittelten Fadenbrüche pro Zeiteinheit als reziproker Wert behandelt wird, d.h. die mittlere verfügbare Zeit zur Behebung eines Fadenbruches, und in diesem Fall wird der genannte Korrekturwert aus dem reziproken Wert und der mittleren Wartezeit bis zur Behebung eines Fadenbruches mit Hilfe eines Regelalgorithmus errechnet. Auch hier kann es sich um einen Regelalgorithmus entsprechend dem PID-Regelverfahren handeln.

Wenn die zeitlich statistisch verteilten Fadenbrüche von einem Bedienroboter bzw. Ansetzautomaten behoben werden, während Spinnstellen, an denen überdurchschnittlich gehäuft Fadenbrüche bzw. vom Roboter nicht behebbare Fadenbrüche auftreten, d.h. Sockelspinnstellen durch manuelle Bedienung instandgesetzt werden, wird erfindungsgemäß sowohl die tatsächlich vorhandene manuelle Bedienungskapazität als auch die tatsächlich vorhandene Roboterkapazität für die Behebung von Fadenbrüchen bei einer Simulation des Gesamtsystems der Ringspinnmaschine berücksichtigt werden, um einen Drehzahlwert zu ermitteln, der auf den besten Nutzeffekt optimiert ist. Hierdurch wird die vorhandene Kapazität sowohl der manuellen Bedienung bzw. der anderweitig vorhandenen Reparaturautomaten, als auch der Roboter vollständig ausgeschöpft, so daß die Ringspinnmaschine mit den gegebenen Kapazitäten ein Maximum an Produktion erreicht.

Bei der Planung des Betriebes bzw. des Arbeitsablaufes werden Überlegungen angestellt, die zu bestimmten Roboterkapazitäten und bestimmten manuellen Bedienungskapazitäten führen, die insgesamt die Wirtschaftlichkeit des Betriebes bestimmen. Nachdem diese Entscheidung getroffen worden ist, stellt das erfindungsgemäße Verfahren sicher, daß die vorhandenen Kapazitäten, egal welcher Art, optimal eingesetzt werden.

Eine wichtige Weiterentwicklung des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß die Information über die ermittelten Fadenbrüche statistisch ausgewertet, die Kadenz der zeitlich statistisch verteilten Fadenbrüche, bezogen auf die Phase der Spinnkopfbildung, ermittelt und das vorgegebene Drehzahlsollwertprofil entsprechend korrigiert wird. Hierdurch wird ein korrigiertes Drehzahlsollwertprofil erreicht, das stark zwischen den

einzelnen Phasen des Kopsaufbauzyklusses differenziert. Zeigt beispielsweise die statistische Auswertung der Fadenbruchinformation, daß eine erhöhte Anzahl von zeitlich statistisch verteilten Fadenbrüchen während der Anfahrphase, d.h. zu Beginn des Kopsaufbauzyklusses auftreten, so wird das Drehzahlsollwertprofil für diese Phase korrigiert, beispielsweise derart, daß die Neigung des Profils weniger steil wird und dafür etwas länger anhält, bis der Plateaubereich erreicht wird. Diese Korrektur des Drehzahlsollwertprofils ermöglicht eine sehr feinfühligke Anpassung des Profils an die jeweilige Maschine und an die jeweils vorhandene Fasermischung bzw. Garnsorte und/oder Garnnummer. Mit diesem System kann das Regelverfahren nach einer Art Selbstlernsystem betrieben werden, d.h. daß bei Umstellung auf eine andere Garnsorte oder Garnnummer die Grundeinstellung der Ringspinnmaschine aufgrund eines bereits gespeicherten korrigierten Drehzahlsollwertprofils für diese andere Garnsorte oder Garnnummer vorgenommen werden kann.

Die Unterteilung der ermittelten Fadenbrüche in zeitlich statistisch verteilte Fadenbrüche und zum Sockel gehörige Fadenbrüche erfolgt vorzugsweise dadurch, daß beim Auftreten eines Fadenbruches der Roboter versucht, diesen Fadenbruch zu beheben, wobei der Fadenbruch zunächst im Erfolgsfall als ein zeitlich statistisch verteilter Fadenbruch betrachtet und im Falle eines Mißerfolges als vom Roboter nicht behebbare und dem Sockel gehöriger Fadenbruch eingestuft wird.

Dies bedeutet, daß beim erstmaligen Auftreten eines Fadenbruches innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls er zunächst als zeitlich statistisch verteilter Fadenbruch betrachtet wird, daß aber nach dem erstmaligen Ansetzversuch eher in die Klasse der Sockelfadenbrüche eingestuft wird, sofern der Ansetzversuch ohne Erfolg abläuft. Gelingt aber der Fadenbehebungsversuch, so liegt kein Fadenbruch mehr vor, und der Fadenbruch verschwindet von der Liste der zu behebenden Fadenbrüche, im allgemeinen aber nicht von der Statistik.

Mit der Statistik können beispielsweise häufige Fadenbrüche an bestimmten Ringspinnstellen erkannt werden, woraus geschlossen werden kann, daß hier ein mechanischer Schaden vorliegt, beispielsweise, daß der zugeordnete Ringläufer verschlissen ist. D.h., daß im Falle von wiederholten Fadenbrüchen an der gleichen Spinnstelle innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls die Fadenbrüche nicht mehr vorerst als zeitlich statistisch verteilte Fadenbrüche, sondern als Sockelfadenbrüche betrachtet werden. Die betreffende Spinnstelle wird dann in eine Liste der wartungsbedürftigen Spinnstellen eingetragen und wird im Laufe der Zeit von der Bedienung instandgesetzt.

Es ist natürlich nicht möglich, die Drehzahl der

Spindeln der Spinnstellen über bestimmte Grenzwerte hinaus zu verstellen, die von der Konstruktion der Ringspinnmaschine her festliegen. Um diese Beschränkung zu berücksichtigen, sieht eine vorteilhafte Weiterentwicklung des erfindungsgemäßen Verfahrens vor, daß Grenzwerte für das tatsächliche Drehzahlwertprofil angegeben werden, welche mechanische und/oder technologische Grenzwerte der Ringspinnmaschine darstellen, die während des Verfahrens nicht überschritten bzw. unterschritten werden dürfen.

Das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich besonders vorteilhaft anwenden mit einem Bedienroboter, der entlang der Spinnmaschine bzw. Ringspinnmaschine patrouilliert, bei einem Durchlauf die zu behebenden Fadenbrüche ermittelt, die seit seinem letzten Durchlauf neu entstanden sind und erst bei dem nachfolgenden Durchlauf versucht, die neu entstandenen Fadenbrüche zu beheben, wobei gleichzeitig die seit dem letzten Durchlauf neu entstandenen Fadenbrüche ermittelt, jedoch nicht behoben werden, dieser Arbeitszyklus sich ständig wiederholt und der Bedienroboter die von ihm erkannten und behobenen Fadenbrüche sowie die nicht behobenen Fadenbrüche dem Regelsystem meldet.

Ein Verfahren dieser Art ist in der oben erwähnten deutschen Patentanmeldung P 39 09 746.3 beschrieben. Es ist auch erfindungsgemäß möglich, daß der Bedienroboter auch andere, von ihm nicht behebbare Fehlerarten bei seiner Patrouillierbewegung feststellt und die entsprechende Information in das Regelsystem eingibt.

Die vorliegende Erfindung umfaßt auch ein Verfahren zum Betrieb einer Spinnmaschine, insbesondere eine Ringspinnmaschine mit einer Vielzahl von Spinnstellen, an denen Garn produzierbar ist und im Betrieb Fadenbrüche auftreten, wobei das Verfahren sich dadurch auszeichnet, daß die Spinnstellen, an denen Fadenbruch angezeigt wird, untersucht werden, um die Sockelfadenbrüche, d.h. die zeitlich nicht statistisch verteilten Fadenbrüche zu eruieren.

Im praktischen Betrieb ist es zwar wesentlich die tatsächlich vorhandene Fadenbruchbehebungskapazität zu ermitteln bzw. anzugeben, diese Kapazität wird jedoch durchschnittlich mit etwas weniger als 50% ausgenutzt. Dies mag zwar recht ungewöhnlich erscheinen, es ist jedoch auf die erfindungsgemäße Feststellung zurückzuführen, daß Nutzeffekt und Verfügbarkeit gegenläufig sind, so daß der beste Nutzeffekt dann erreicht wird, wenn der Roboter verfügbar ist und diese Aussage bedeutet, daß er nicht voll ausgelastet sein darf.

Besondere Vorrichtungen zur Durchführung des Verfahrens lassen sich den Unteransprüchen 16-23 entnehmen.

Die Erfindung wird nachfolgend näher erläutert,

anhand von Ausführungsbeispielen sowie der Zeichnung.

In der Zeichnung sind die Figuren 1 bis 5 der vorhin erwähnten deutschen Patentanmeldung P 39 09 746.3 entnommen und stellen die Zusammenarbeit zwischen einem Bedienroboter und einer Ringspinnmaschine dar, wobei

Fig. 1 eine schematische Seitenansicht der mit einem Bedienroboter ausgestatteten Ringspinnmaschine ist,

Fig. 2 eine schematische Seitenansicht einer Spinnstelle der Ringspinnmaschine zeigt, die vom Bedienroboter bedient wird,

Fig. 3 eine schematische Darstellung entsprechend der Darstellung der Fig. 1 der gleichen Ringspinnmaschine ist, jedoch in diesem Fall mit zwei Bedienrobotern ausgestattet,

Fig. 4 eine Draufsicht auf den Wickler der Fig. 2 zeigt, jedoch in einem größeren Maßstab,

Fig. 5 eine Seitenansicht des Wicklers der Fig. 4 zeigt,

Fig. 6 ein typisches Drehzahlwertprofil einer Ringspinnmaschine

Fig. 7 eine schematische Darstellung einer ersten Variante des erfindungsgemäßen Regelverfahrens,

Fig. 8 eine schematische Darstellung einer weiteren Variante des erfindungsgemäßen Regelverfahrens,

Fig. 9 eine schematische Darstellung einer noch weiteren Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Regelverfahrens,

Fig. 10 eine schematische Darstellung einer noch weiteren Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Regelverfahrens,

Fig. 11 eine blockschematische Darstellung eines Simulationsverfahrens,

Fig. 12 eine schematische Darstellung eines Kennfeldes bei der theoretischen Betrachtung der Optimierung,

Fig. 13 eine schematische Blockdarstellung des Ablaufs des Optimierungsverfahrens und der Simulation,

Fig. 14 eine tabellarische Darstellung der Resultate eines Simulationsschrittes und

Fig. 15 ein Verzeichnis von Standardwerten, welche die Theorie der Optimierung im Detail erläutern.

Fig. 1 zeigt eine Seitenansicht einer Ringspinnmaschine 10, die ein Kopfteil 12 und ein Fußteil 14 aufweist. Zwischen dem Kopfteil 12 und dem Fußteil 14 befinden sich auf beiden Seiten der Maschinen, von denen nur eine in Fig. 1 ersichtlich ist, eine Reihe von einzelnen Spinnstellen, die heutzutage üblicherweise in der Zahl von 500 bis 600 vorhanden sind. Der Darstellung halber sind jedoch in Fig. 1 nur sieben solche Spinnstellen gezeigt, in der Tat ist der Abstand zwischen dem Kopfteil und

dem Fußteil 14 viel größer. Jede Spinnstelle, beispielsweise 16, dient dazu, von einer Vorgarnspule 18 kommendes Vorgarn 20 in einem Streckwerk 22 zu verstrecken und das verstreckte Garn mittels eines Ringläufers 24 auf eine Spinnhülse 26 zu wickeln. Der entstehende Garnkörper 28 wird in bekannter Weise von unten auf der Spinnhülse 26 aufgebaut und ergibt den sogenannten Spinnkops. Zu diesem Zweck wird die Spinnhülse 26 von einer Spindel 30 zu einer Drehbewegung angetrieben. Das verstreckte Vorgarn läuft durch einen Garnführer 32 und einen sogenannten Antiballonring 34 zu dem Ringläufer 24, welcher aufgrund der Drehbewegung des Spinnkopses zu einer Drehbewegung an einer Ringbahn 36 veranlaßt wird, wodurch das gestreckte Vorgarn eine Drehung erfährt, die seine Festigkeit erzeugt.

Die Spindeln 30 werden paarweise von umlaufenden Bändern 38, die in Pfeilrichtung 40 laufen zur Drehbewegung angetrieben. Die Spindeln 30 selbst sind in einem Querbalken 42 der Ringspinnmaschine drehbar gelagert. Die Ringbahnen 36 befinden sich dagegen auf der sogenannten Ringbank 44, welche in an sich bekannter Weise bei der Bildung der Spinnköpse eine stetige Hubbewegung nach oben und darauf überlagert eine changierende Bewegung ausführt.

Für den Einlauf in das Streckwerk 22 läuft das Vorgarn 20 bei jeder Spinnstelle durch einen jeweiligen Trichter 46, wobei die Trichter 46 auf eine Schiene 48 montiert sind, die eine changierende Hin- und Herbewegung in Richtung des Doppelpfeiles 50 ausführt. Das Vorgarn 20 läuft anschließend durch eine sogenannte Vorgarnstoppeinrichtung 52. Solche Vorgarnstoppeinrichtungen, auch Lutenstoppeinrichtungen genannt, sind bestens bekannt, und können zum Abbrechen des Vorgarnes 20, und damit zum Anhalten der Materialzufuhr zu dem jeweils zugeordneten Streckwerk 22 betätigt werden.

Das Streckwerk, das auch bestens bekannt, und in der Fig. 3 in Seitenansicht zu ersehen ist, wird mittels drei angetriebenen Wellen 54, 56 und 58 angetrieben, wobei diese Wellen sich über die gesamte Länge der Ringspinnmaschine erstrecken und üblicherweise an beiden Stirnseiten angetrieben werden, um eine übermäßige Verdrehung der Wellen zu verhindern. Unterhalb jedes Streckwerks ist eine Saugdüse 60, die im Falle eines Fadenbruches das vom Streckwerk produzierte Garn wegsaugt, somit die Maschine sauberhält und weitestgehend die Ausbildung von unerwünschten Garnwickeln um die einzelnen Walzen des Streckwerkes verhindert. Rein darstellungshalber ist die linke Spinnstelle 16 auf der rechten Seite der Maschine so gezeigt, als ob ein Fadenbruch vorhanden wäre, wobei das gestreckte Garn in die entsprechende Saugdüse 60 einläuft.

Die Vorgarnspulen 18 sind wie üblich auf Schienen oberhalb der Ringspinnmaschine angeordnet und können beispielsweise ausgewechselt werden. Das von den Spulen 18 kommende Vorgarn 20 wird über Umlenkschienen wie beispielsweise 62 umgelenkt, bevor es in den Trichter 46 hineinläuft.

Die Ringspinnmaschine, soweit bisher beschrieben, ist in der Praxis an und für sich bekannt.

Auf diese Ringspinnmaschine sind zwei Schienen montiert, nämlich eine obere Führungsschiene 64 und eine untere Führungs- und Positionierschiene 66, die sich beide zumindest im wesentlichen über die gesamte Länge der Ringspinnmaschine erstrecken und dazu dienen, einen Bedienroboter 68 zu tragen und zu führen sowie eine genaue Positionierung desselben ermöglichen. Der Bedienroboter 68 ist, wie nachfolgend näher erläutert wird, in Richtung des Doppelpfeiles 70 fahrbar, und zwar mittels eines am Rahmen 72 des Bedienroboters angeflanschten Motors 74, der, wie auch in Fig. 2 ersichtlich auf der unteren Schiene rollbare Räder 76 antreibt.

Die Stromversorgung zu dem Antriebsmotor 74 sowie die sonstigen elektrischen und elektronischen Teile des Bedienroboters erfolgt über die Leitung 75, 77, welche mit Strombahnen 79, 81 in der Schiene 66 über Schleifkontakte (nicht gezeigt) in Berührung stehen.

Zusätzlich zu den angetriebenen Rädern 76 befinden sich weitere von den Rädern 76 einen Abstand aufweisende Räder auf der unteren Führungsschiene 66, welche ein seitliches Verkippen des Bedienroboters 68 in der Ebene der Fig. 1 verhindern. Am oberen Ende des Gestelles 72 des Bedienroboters 68 befindet sich eine weitere Führungsrolle 78, die in der umgekehrt U-förmigen Schiene 64 läuft und ein seitliches Verkippen des Bedienroboters 68 in der Ebene der Fig. 2 verhindert.

Auf dem Gestell 72 des Bedienroboters befindet sich ein Ansetzautomat 80, der entsprechend dem Doppelpfeil 82 auf- und abbewegbar angeordnet ist. Zu diesem Zweck ist der Ansetzautomat 80 auf zwei sich senkrecht erstreckenden Stangen 82 und 84 geführt. Die Stange 82 ist eine reine Führungsstange, die Stange 84 ist jedoch als Gewindespindel ausgebildet und von einem Motor 86 antreibbar. Die Gewindespindel 84 läuft innerhalb einer am Ansetzautomaten 80 befestigten Kugelmutter und bildet somit den Antrieb für den Ansetzautomaten 80. Montiert am Ansetzautomaten 80 ist eine erste Lichtschranke 88, welche die Kante der Ringbank 44 erfaßt und über den im Gestell 72 eingebauten Computer Steuersignale an den Antriebsmotor 86 schickt, damit der Ansetzautomat 80 stets der Bewegung der Ringbank folgt.

Am Gestell 72 des Bedienroboters sind weiter-

hin oben und unten Endschalter 90 bzw. 92 angebracht, die die obere bzw. die untere Begrenzung des Verschiebeweges des Ansetzautomaten bestimmen.

Der Ansetzautomat weist eine weitere Lichtschranke 94 auf. Er erfaßt das Garn am Auslauf des Streckwerkes und ermittelt auf diese Weise, ob ein Fadenbruch vorliegt oder nicht. Auch andere an sich bekannte Fadenbruchwächter, beispielsweise induktive oder kapazitive oder Piezo-Fadenbruchwächter können, falls erwünscht, eingesetzt werden.

Der Ansetzautomat 80 trägt auch eine Vorratspule 96 für Fremdfaden 98 für das später beschriebene Ansetzverfahren. Der Fremdfaden 98 wird von dieser Spule 96, die auch ein beliebiger Spinnkops sein kann, in eine Haltekammer 100 eingeführt, die mit einem Trennmesser 102 ausgestattet ist. Oberhalb der Kammer 100 befindet sich ein Wickler 104, der in Richtung des Doppelpfeils 106 vorschubbbar ist, bis sein U-förmiges Vorderende 108 den Spinnkops umgreift.

Das Vorderteils des Wicklers 104 ist in einem großen Maßstab in Draufsicht in Fig. 4 und in Seitenansicht in Fig. 5 gezeigt. Innerhalb der U-förmigen Öffnung des Wicklers 104 befindet sich ein geschlitzter Ring 110, der von dem Wickler 104 drehbar geführt ist. Innerhalb des Wicklers wird der Ring 110 von zwei einen Abstand voneinander aufweisenden Ritzel 112 angetrieben, von denen nur das eine in der Fig. 4 zu sehen ist. Zweck dieser beiden Ritzel ist es, sicherzustellen, daß sich der Ring 110 stets im Antrieb mit wenigstens einem der Ritzel befindet. Um die beiden Ritzel synchronisiert zu halten, kämmen diese mit zwischengeschalteten Zahnräder, die nicht gezeigt sind. Auch der Antriebsmotor für die Ritzel 112 ist der Einfachheit halber hier nicht gezeigt.

Im Ring 110 gelagert ist ein Stift 114 mit einem knopfartigen Kopf 116. Der Stift 114 kann von einem Hebel 118 und einem Elektromagneten 120 in der Pfeilrichtung 122 nach unten gedrückt werden, um den Kopf 116 von der Unterseite des Ringes wegzudrücken. Hierdurch kann der Fremdfaden, wie später beschrieben wird, zwischen dem Kopf 116 und der Unterseite des Ringes 110 gehalten werden.

Unterhalb des Wicklers 104 befindet sich ein ebenfalls in Pfeilrichtung 106 verstellbares Halteglied 124, das unabhängig vom Wickler 104 von einem eigenen Antrieb vorgeschoben werden kann, um den Fremdfaden zu positionieren. Unterhalb des Ringes 110 befindet sich eine an diesem befestigte Bürste 111. Oberhalb des Wicklers befindet sich eine Armeinrichtung, bestehend aus einer Schulter 123, einem Oberarm 126, einem Unterarm 128 und einer Hand 130, welche eine Saugpistole 132 trägt. Die Achsen 134, 135 und 136 ermöglichen

gezielte Bewegungen der Saugpistole 132, wie nachfolgend näher beschrieben wird. Für jede Achse 134, 135 und 136 ist ein eigener Motor vorgesehen, wobei diese Motoren der Einfachheit halber nicht gezeigt sind. Diese Motoren ermöglichen jedoch gezielte Stellungen der Schulter, der Arm- und Handteile der Armeinrichtung, um die entsprechenden Achsen herum.

An dem dem Wickler 104 abgewandten Ende der Saugpistole 132 befindet sich ein Schlauch 140, welcher etwa U-förmig gebogen ist und an seinem von der Saugpistole entfernten Ende an einer Saugquelle 142 angeschlossen ist. Innerhalb der Saugquelle 142 befindet sich eine weitere Lichtschranke 144.

Unterhalb des Ansetzautomaten am Gestell 72 ist eine Bremseinrichtung befestigt mit einem Arm 146, welcher zur Entkopplung der Spindel von dem Antriebsriemen 38 sowie zur Abbremsung der einzelnen Spindeln dient. Der Verstellmechanismus für den Bremsarm 146 ist hier der Kürze halber nicht dargestellt. Der Bremsarm 146 ist jedoch so angesteuert bzw. angetrieben, daß er folgende Bewegungen ausführen kann. Zunächst soll gesagt werden, daß der Arm 146 an seinem vorderen Ende eine nach oben stehende Bremsbacke aufweist, die wohl in Fig. 2 nicht gezeigt, jedoch zwischen den Spindelpaaren 13 angeordnet ist, und zwar innerhalb der Schleife des Antriebsbandes 38. Diese Bremsbacke steht daher in der Zeichnung gemäß Fig. 2 senkrecht nach oben. Der Arm 146 kann in Richtung des Pfeils 148 gezogen werden und gleichzeitig nach links oder rechts in Fig. 1 verschwenkt werden, d.h. senkrecht zu der Ebene der Zeichnung in Fig. 2, um bei der entsprechenden Spindel 30 den Antriebsriemen mit seiner dem Bedienroboter zugewandten Rückfläche von der zugeordneten Spindel 30 abzuheben. In dieser Lage ist die Spindel 30 als freidrehend zu betrachten, aufgrund der Lagerung im Hohlkasten 24 mittels Kugellager ist sehr wenig Reibung vorhanden. Der Bremsarm 146 kann dann aber auch in Pfeilrichtung 150 vorgeschoben werden, um den auf der Vorderseite der nach oben stehenden Finger vorgesehenen Bremsbelag gegen die Spindel 30 zu drücken und mit diesem festgehalten bzw. gebremst zu werden.

Um die Arbeitsweise des Ansetzautomaten nunmehr klarzustellen, wird die Behebung eines bereits festgestellten Fadenbruches nunmehr erläutert:

Die Saugpistole 132 wird von der in der Fig. 2 gezeigten Stelle bis zu dem Ausgangsloch 152 der Fremdfadenkammer 100 gebracht, wodurch die Saugluft von der Saugquelle 142 den Fremdfaden in die Saugpistole und in das Rohr 140 hineinsaugt, bis das Fremdfadenende von der Lichtschranke 144 erfaßt wird. Der Fremdfaden 198 kann nun

geklemmt (jedoch noch nicht durchgeschnitten) werden, beispielsweise durch das Lieferwerk, das den Fremdfaden von der Vorratspule 196 abzieht. Es ist nunmehr eine vorgegebene Länge des Fremdfadens innerhalb des Rohres 140 vorhanden, wobei der Fremdfaden durch den Saugstrom in gestreckter Form gehalten wird. Die Saugpistole 132 bewegt sich nunmehr um die Vorderseite des Wicklers 104 bis auf die andere Seite von der Fremdfadenkammer 100. Der Fremdfaden wird durch diese Bewegung in den Bereich des Knopfes 116 gebracht, welcher nunmehr mittels des Elektromagneten 120 und des Hebels 118 nach unten gedrückt wird. Sobald sich der Fremdfaden in Berührung mit dem Schaft des Stiftes 114 befindet, wird der Elektromagnet 120 in stromlosen Zustand gesetzt, wodurch der Stift 114 aufgrund einer eingebauten (nicht gezeigten) Feder sich wieder nach oben bewegt, und der das der Fremdfadenkammer 100 zugewandte Ende des Fremdfadens festhält. Das Messer 102 wird nunmehr betätigt, um den Fremdfaden von der Vorratspule zu trennen. Der Bremsarm 146 wird nunmehr so betätigt, daß der Antrieb 38 von der Spindel 30 abgekoppelt ist. In diesem Zustand bewegt sich der Wickler 104 nach oben zu einer Stellung über die oberste Stellung der Ringbank und dann nach vorne, bis sich der Spinnkops innerhalb der U-förmigen Öffnung des Wicklers befindet. Über die Ritzel 112 wird der Ring 110 nunmehr zu einer Drehbewegung um die Ringachse herum angetrieben, wodurch der Fremdfaden, vom Stift 114 gezogen, sich um den auf der frei drehbaren Spindel 30 montierten Spinnkops legt und die entstehende Reibung schließlich ausreicht, um die Spindel zu drehen, wodurch der Fremdfaden aus dem Rohr 140 gezogen wird und Wicklungen auf dem Spinnkops entstehen.

Nachdem einige Wicklungen, beispielsweise vier, um den Spinnkops gelegt sind, bewegt sich die Saugpistole 132 aufgrund der vorprogrammierten Bewegungen der Armeinrichtung, so daß eine Kreuzwindung entsteht; dann werden weitere, beispielsweise vier Wicklungen um den Spinnkops gelegt, und die Saugpistole bewegt sich wieder nach oben. In diesem Stadium ist das eine Ende des Fremdfadens nunmehr um den Spinnkops gewickelt. Das Halteglied 124 wird nunmehr nach vorne geschoben, d.h. nach rechts in Fig. 2, um den Fremdfaden für die Einfädung vorzubereiten. Gleichzeitig wird der Bremsarm 146 nach vorne geschoben, um nunmehr die Spindel anzuhalten. Die Saugpistole 132 wird in eine Stellung bewegt, wo der Fremdfaden, der sich noch teilweise innerhalb des Rohres 140 befindet, schräg nach unten und tangential zu der Ringbahn verläuft. Der Ringläufer wird nunmehr auf der Ringbahn 36 mittels der Bürste 111 gedreht. Dabei bewegt er sich über den Fremdfaden und dieser wird in den Ringläufer

eingefädelt. In diesem Stadium wird das Halteglied 124 zurückgezogen und die Saugpistole 132 durch Änderung der Geometrie der Armeinrichtung bis zu dem Ballonring 34 hochgehoben. Hier wird der Fremdfaden durch gezielte Bewegungen der Saugpistole 132 (verursacht durch gezielte Bewegungen der Armeinrichtung) so angesteuert, daß der Fremdfaden durch den Einführschlitz 154 des Antiballoonringes 34 eingefädelt wird. Der Ansetzautomat bewegt sich dann weiter nach oben und die Saugpistole wird wieder so gesteuert, daß der Fremdfaden durch den Einfädelschlitz 165 des Garnführers 32 gefädelt wird.

Anschließend wird der Ansetzautomat noch weiter nach oben geführt und die Armeinrichtung so gestreckt, daß die Spitze der Saugpistole die in Fig. 2 mit 132.1 dargestellte Lage annimmt. Der Fremdfaden kommt nun an der Stirnseite der oberen Walze 158 des Walzenpaares auf der Einzugsseite dieses Walzenpaares zu liegen. Der Antrieb der Spindel 30 und somit des Spinnkops 26 wird nunmehr aufgenommen und gleichzeitig wird eine gezielte Bewegung der Saugpistole in Achsrichtung der Lieferzylinder durchgeführt. Hierdurch wird der Fremdfaden von dem eine Changierbewegung ausführenden gestreckten Vorgarn erfaßt und mit ihm verdreht, so daß eine Verbindung zwischen dem Fremdfaden und dem gestreckten Vorgarn entsteht. Das neu gesponnene Garn wird dann über den Fremdfaden auf den Spinnkops 26 in der üblichen Art und Weise aufgewickelt. Nunmehr ist die Behebung des Fadenbruches, d.h. das Ansetzverfahren zu Ende. Mittels der Lichtschranke 94 wird nunmehr geprüft, ob der Faden und daher der Ringläufer 24 normal läuft. Sollte dies nicht der Fall sein, dann ist dies ein eindeutiger Hinweis dafür, daß ein Fehler irgendwelcher anderer Art vorliegt, der vom Bedienroboter nicht behebbar ist. In diesem Fall wird vom Bedienroboter die Vorgarnstoppeinrichtung 52 betätigt, beispielsweise in an sich bekannter Weise mittels eines Druckluftstoßes, wodurch die weitere Zufuhr von Vorgarn an das Streckwerk 22 unterbunden wird. Gleichzeitig klappt ein Hebel 160 der Vorgarnstoppeinrichtung 52 hoch, dessen reflektierendes Ende 162 von der Betriebsperson als Hinweis auf eine defekte Spinnstelle betrachtet wird, so daß die notwendigen Korrekturmaßnahmen vorgenommen werden können. Der Bedienungsroboter 68 trägt auch eine weitere Lichtschranke 164, welche während des Vorbeilauens des Bedienroboters feststellen kann, ob solche Hebel 160 hochgeklappt sind. Stellt der Bedienroboter 68 fest, daß dies bei einer bestimmten Spinnstelle der Fall ist, so weiß er, daß er diesen Fadenbruch nicht beheben kann.

Das Vorsehen einer solchen Lichtschranke ist nicht unbedingt erforderlich, es ist auch möglich und sogar bevorzugt, das den Druckluftstoß auslö-

sende Signal im Mikroprozessor des Bedienroboters 68 zusammen mit der Lage der betroffenen Spinnstelle zu speichern, so daß diese Information dem Bedienroboter bereits bekannt ist.

Während der Patrouillierbewegung entlang der Ringspinnmaschine erfaßt der Ansetzautomat 80 über die Lichtschranke 88 die Oberkante der Ringbank, und er wird stets in einer der jeweiligen obersten Stellung der Ringbank entsprechenden Höhe gehalten. Während des Behebens eines Fadenbruches bleibt der Ansetzautomat jedoch während des Anwickelns auf dem Spinnkops, weitgehend in einer konstanten Höhe, bewegt sich jedoch geringfügig nach oben, um die Kreuzwicklungen auf der Fadenhülse zu bilden (etwa 5 mm). Lediglich bei der Einfädelung des Fremdfadens durch den Ringläufer bewegt sich der Ansetzautomat mit dem Halteglied 124 nach unten, damit das Halteglied in der Nähe der Ringbank 36 kommt, jedoch diese nicht berührt. Auch diese Bewegung nach unten wird von der Lichtschranke 88 gesteuert und zwar ausgehend von der bisherigen Stellung, die der jeweiligen obersten Stellung der Ringbank entspricht.

Der lange Schenkel 66 der Führungs- und Positionierungsschiene 66 weist ausgerichtet mit jeder Spinnstelle zwei Löcher 166, 167 auf, die von zwei entsprechend angeordneten induktiven Sensoren 170, 172 erfaßt werden und die genaue Positionierung des Bedienroboters 68 sicherstellen. An ihrem oberen kurzen Schenkel weist die Schiene 66 an beiden Enden Langlöcher 174 und 176 auf. Um diese Langlöcher abzutasten, d.h. zu erfassen, trägt das Gestell 72 einen weiteren induktiven Sensor 178. Bei Erfassung des Loches 174 bzw. des Loches 176 weiß der Bedienroboter 68, daß er sich am Ende seines Arbeitsbereiches am Maschinenkopf 12 bzw. an seiner Umkehrstelle am Maschinenfuß 14 befindet und leitet einen entsprechenden Bremsvorgang ein, damit er rechtzeitig am jeweiligen Ende der Schiene 66 zum Stillstand kommt.

Das Ende seines Arbeitsbereiches am Maschinenkopf 12 erfährt er aufgrund der dort vorhandenen drei Löcher 178, 180 und 182, wobei die Löcher 178, 180 den gleichen Abstand aufweisen wie die Löcher 166, 168, das Loch 162 jedoch nahe an dem Loch 178 angeordnet ist, so daß die Ausgangssignale der induktiven Sensoren 170, 172 entsprechend moduliert sind.

An der Umkehrstelle an dem linken Ende der Ringspinnmaschine, d.h. am Maschinenfuß 14, ist nur ein weiteres Langloch 184 vorgesehen, das ebenfalls durch die entsprechende Modulierung der Ausgangssignale der beiden induktiven Sensoren 170, 172 von der Mikroprozessorsteuerung des Bedienroboters 68 erkannt wird und den Bedienroboter zu einer Umkehrbewegung veranlaßt.

Durch die beiden Löcher 178, 180 am Arbeits-

kopf 12 der Ringspinnmaschine wird der Bedienroboter auch am Ende seines Arbeitsbereiches genau dem Maschinenkopf gegenüber positioniert, so daß eine Übertragung von Informationen vom Bedienroboter an den Maschinenkopf bzw. vom Maschinenkopf an den Roboter stattfinden kann.

Die Positioniereinrichtung ist detaillierter beschrieben in der gleichzeitig eingereichten deutschen Patentanmeldung mit der Bezeichnung "Positioniereinrichtung" (Anwaltsaktenzeichen: R 2743). Es genügt hier zu sagen, daß jeder induktive Sensor einen Teil eines Schwingkreises bildet, wobei eine Änderung der Induktivität des Schwingkreises aufgrund der Anordnung der Löcher eintritt, was zu einer Veränderung der Schwingungssamplitude führt, die zur Erzeugung der Stellsignale bzw. zur Ermittlung der genauen Position des Bedienroboters 68 ausgenützt wird.

Wie in Fig. 3 dargestellt, können zwei genau gleich ausgebildete Bedienroboter 68 die gleiche Seite der Ringspinnmaschine bedienen. In diesem Fall wird eine etwas abgewandelte Schiene 66.1 verwendet, wobei die Anordnung der Löcher am linken Ende der Schiene symmetrisch zu der Löcheranordnung am rechten Ende der Schiene ist, wodurch die beiden Schienenenden die Enden der jeweiligen Arbeitsbereiche der beiden Bedienroboter bestimmen. D.h. der linke Roboter 28 hält am Ende seines Arbeitsbereiches am Maschinenfuß an, während der rechte Roboter 68 am Ende seines Arbeitsbereiches am Maschinenkopf 12 anhält. Jeder Bedienroboter trägt links und rechts jeweilige Lichtschranken 186, 188, wobei die linke und rechte Lichtschranke 186, 188 auf einem Bedienroboter 68 in Richtung senkrecht zu der Ebene der Fig. 3 gegeneinander verschoben sind. An den einander zugewandten Seitenflächen der Bedienroboter 68 befinden sich zwei Retroreflektoren 190, 192, wobei diese Retroreflektoren zueinander ebenfalls in einer Richtung senkrecht zu der Ebene der Fig. 3 verschoben sind.

Somit liegt in der Zeichnung gemäß Fig. 3 die Lichtschranke 188 auf der rechten Seite des linken Bedienroboters, dem Retroreflektor 192 gegenüber. In der gleichen Art und Weise liegt der Retroreflektor 190 des linken Bedienroboters 68 der Fig. 3 hinter der Lichtschranke 186 der linken Seite des rechten Bedienroboters 68 gegenüber. Wenn sich die beiden Bedienroboter einander nähern, wird jeder Bedienroboter vom jeweils anderen Bedienroboter erkannt, da der Retroreflektor im Überlappungsbereich der V-Lichtschranken liegt. Das entsprechende Erkennungssignal wird zur Bestimmung der Umkehrstelle des Bedienroboters herangezogen.

Zusätzlich zu den Lichtschranken 186, 188 können die Bedienroboter auf beiden Seiten weitere Lichtschranken tragen, die zum Personenschutz

dienen. Beispielsweise kann es vorkommen, daß eine bestimmte Spinnstelle von einer Betriebsperson instandgesetzt wird, während sich der Bedienroboter nähert.

Er wird dann mit der zusätzlichen Lichtschranke die Betriebsperson erkennen und umkehren, so daß keine Kollision zwischen dem Bedienroboter und der Betriebsperson erfolgt. Auch sind solche Lichtschranken nützlich, da eine Betriebsperson jederzeit einen Betriebsroboter dadurch zu einer Umkehrbewegung veranlassen kann, daß sie ihre Hand im Bereich der Personenschutzlichtschranke bringt.

Der Funktionsablauf des Bedienroboters 68 auf der Ringspinnmaschine der Fig. 1 wird nunmehr zusammengefaßt.

Zunächst wird der Bedienroboter in Betrieb genommen und zwar dadurch, daß er an irgendeiner Stelle der Spinnmaschine aufgesetzt und eingeschaltet wird.

Er bewegt sich dann in eine beliebige Richtung, vorzugsweise nach rechts und behebt dabei keine Fadenbrüche. Auch stellt er während dieser ersten Bewegung keine Fadenbrüche fest.

Erreicht der Bedienroboter dann eine Längsöffnung, beispielsweise die Längsöffnung 164 der Fig. 1, so weiß er, daß er sich am Ende seines Arbeitsbereiches befindet.

Sollte er bereits während dieser ersten Bewegung, beispielsweise aufgrund der Personenschutzlichtschranke, zu einer Umkehrbewegung veranlaßt werden, so bewegt er sich zu der Umkehrstelle am Maschinenfuß der Ringspinnmaschine, erkennt dort die Längsöffnung 176 und kehrt um, bis er schließlich das Ende seines Arbeitsbereiches am Arbeitskopf erreicht. An dieser Stelle schickt er eine Meldung an den Maschinenkopf der Ringspinnmaschine, daß er sich in dieser Lage am Ende seines Arbeitsbereiches befindet. Alternativ hierzu könnte der Maschinenkopf der Ringspinnmaschine das Vorhandensein des Bedienroboters selbst erkennen, beispielsweise mittels einer Lichtschranke, die auf einen besonderen Retroreflektor am Bedienroboter gerichtet ist.

Die Ringspinnmaschine selbst gibt dann dem Bedienroboter ein Freigabesignal, vorausgesetzt, daß nicht gerade ein Doffvorgang bevorsteht oder ein anderweitiges Hindernis vorliegt. Nach Erhalt des Freigabesignals informiert sich der Bedienroboter in einem ersten Durchlauf über das Betriebsverhalten der Spinnstellen, d.h. er merkt sich diejenigen Spinnstellen, wo keine Fadenbrüche sind, diejenigen Spinnstellen, wo Fadenbrüche sind und evtl. diejenigen Spinnstellen, die außer Betrieb gesetzt worden sind, was er anhand der Hebel der Vorgarnstoppeinrichtungen erkennen kann. Die Zuordnung der Fadenbrüche zu den einzelnen Spinnstellen ermittelt er aufgrund der Signale der Positioniereinrichtungen, indem er an den Spinnstellen

vorbeiläuft, d.h. er zählt, ausgehend vom Ende seines Arbeitsbereiches, die Anzahl der Ringspinnstellen anhand der Signale der Positioniereinrichtung auf und speichert diese Nummern mit der zugeordneten Information über den Betriebszustand an den einzelnen Spinnstellen.

Nach dem Erreichen der Umkehrstellen am Maschinenfuß kehrt der Bedienroboter um.

Im Retourlauf behebt er die im ersten Durchlauf festgestellten Fadenbrüche und erfaßt zugleich die Spinnstellen, wo nach dem ersten Durchlauf Fadenbrüche neu entstanden sind. Nach Beendigung des Retourlaufes und Behebung der entstandenen Fadenbrüche erreicht der Bedienroboter wieder das Ende seines Arbeitsbereiches. Er positioniert sich wieder an der Startposition und überträgt die von ihm gespeicherten Informationen hinsichtlich vorhandener Fadenbrüche, von ihm behobener Fadenbrüche, von ihm nicht behobener Fadenbrüche, d.h. auch von ihm stillgesetzter Spinnstellen an die Ringspinnmaschine, und die entsprechenden Daten werden der Betriebsperson angezeigt, damit sie die notwendigen Eingriffe vornehmen kann. Gleichzeitig wird diese ganze Information für die Betriebsstatistik gesammelt. Die Information kann aber auch laufend über eine optische serielle ON-LINE-Verbindung vom Roboter an das System übertragen werden.

Der Bedienroboter wartet in dieser Startposition am Ende seines Arbeitsbereiches wieder auf ein Freigabesignal von der Spinnmaschine. Sobald er das entsprechende Freigabesignal erhält, läuft er wieder in Richtung seiner Umkehrstelle und behebt die im vorherigen Durchlauf festgestellten Fadenbrüche, wobei er gleichzeitig diejenigen Fadenbrüche erfaßt, die zwischenzeitlich entstanden sind. An der Umkehrstelle kehrt er wieder um, der soeben beschriebene Arbeitszyklus wiederholt sich, bis die Spinnkopse so voll sind, daß ein Doffvorgang erforderlich ist. In diesem Fall wird der Bedienroboter von der Ringspinnmaschine an der Startposition gehalten und der Doffvorgang durchgeführt, bei dem die vollen Spinnkopse gegen leere ausgetauscht werden, jedoch nicht, wenn der Bedienroboter unterwegs ist.

Die Übertragung von Informationen zwischen dem Bedienroboter und dem Maschinenkopf, was eine Art gegenseitige Kommunikation darstellt, ist hier nicht in Einzelheiten näher beschrieben. Es gibt bereits im Stand der Technik verschiedene Vorschläge, wie eine solche Kommunikation realisiert werden kann. Es dürfte auch einleuchtend sein, daß es sich hier schließlich um eine Übertragung von Informationen handelt, die man heutzutage in den verschiedensten Gebieten der Technik antrifft, und die ohne weiteres beispielsweise mittels Lichtsignalen oder über Funk oder gar über elektrische Leitungen erfolgen kann. Im einfachsten

Fall wäre es durchwegs denkbar, am Bedienroboter einen Stecker vorzusehen, der am Ende seines Arbeitsbereiches in eine Steckdose einfährt und somit eine elektrische Übertragungsverbindung etabliert.

Bei Verwendung von zwei Bedienrobotern auf der gleichen Maschinenseite läuft das Verfahren im wesentlichen so wie beschrieben ab, nur wird für jeden Bedienroboter keine feste Umkehrstelle vorgegeben, sondern die Umkehrstelle wird elektronisch bei jedem Lauf des Bedienroboters bestimmt, und zwar je nach dem, wo sich die beiden Bedienroboter treffen.

Es soll betont werden, daß der Bedienroboter nur einmal versucht einen Fadenbruch zu beheben. Da das beschriebene Ansetzverfahren sehr zuverlässig arbeitet, wird erfindungsgemäß bei einem mißlungenen Fadenansatzversuch der Schluß gezogen, daß es sich hier um eine defekte Spinnstelle handelt, wo eine Instandsetzung durch die Betriebsperson erforderlich ist. Beispielsweise ist der Ringläufer ausgeschlagen oder verlorengegangen, oder es liegt ein Vorgarnbruch oder eine anderweitige mechanische Störung vor.

Schließlich soll darauf hingewiesen werden, daß sämtliche Lichtschranken Stellmotoren, Positioniereinrichtungen und dergleichen an dem Mikroprozessor angeschlossen sind, der so programmiert ist, daß er die beschriebenen Bewegungsabläufe durchführt. Obwohl gewisse mechanische Anpassungen notwendig sein können, um einen Bedienroboter an verschiedenen Ringspinnmaschinen anzubringen, ist das elektronische Teil stets das gleiche. Der Bedienroboter lernt selbst seine Umgebung aufgrund der Programmierung kennen, d.h. er ermittelt die von ihm zu bedienenden Spinnstellen aus den Signalen, die das Ende seines Arbeitsbereiches und seiner Umkehrstellung bestimmen. Auch lernt er seinen senkrechten Verschiebebereich kennen, wenn er jedesmal neu gestartet wird, und zwar dadurch, daß der Ansetzautomat 80 erst nach unten bis zur Betätigung des Endschalters 92 und dann nach oben bis zur Betätigung des Endschalters 90 vom Motor 86 bewegt wird, wodurch aus den Umdrehungen des Motors 86 und den Schaltsignalen der beiden Endschalter die erforderlichen Einstellungen für die Höhenbewegung des Ansetzautomaten ermittelt werden können.

Bei Ringspinnmaschinen der Firma Rieter sind die Höhenlagen bzw. die gegenseitigen Abstände des Antiballonrings 34 des Fadenführers 156 und des Streckwerkes bei allen gängigen Typen gleich, so daß die entsprechenden Fakten in die Programmierung des Mikroprozessors des Bedienroboters eingebracht werden können. Eine andere Möglichkeit besteht darin, nach dem Einsetzen des Bedienroboters auf der Ringspinnmaschine die entsprechenden Bewegungen der Saugpistole und

des Ansetzautomaten von einer Betriebsperson von Hand ausführen zu lassen, wobei die Programmierung des Mikroprozessors so sein kann, daß er aus dieser Bewegung die von ihm durchzuführenden Bewegungen lernt. Es wäre auch möglich, diese Bewegungen in Form eines einer bestimmten Ringspinnmaschine spezifischen Programmes in den Mikroprozessor einzulesen bzw. in Form eines entsprechenden Programmodules in diesen einzusetzen.

Dadurch, daß sich der Bedienroboter bei einem Durchlauf die neu entstandenen Fadenbrüche merkt und erst beim nachfolgenden Durchlauf diese Fadenbrüche behebt, ist es möglich, ihn mit hoher Geschwindigkeit entlang der Ringspinnmaschine patrouillieren zu lassen; ein Abstand entsprechend dem doppelten gegenseitigen Abstand von Spinnstellen reicht im Regelfall aus, um den Bedienroboter von seiner Patrouilliergeschwindigkeit bis zur Kriechgeschwindigkeit abzubremesen. Bei dieser Kriechgeschwindigkeit ermittelt er selbsttätig die genaue Positionierung einer bestimmten Spinnstelle gegenüber und zwar anhand der beiden Löcher, wie vorher beschrieben.

Sollte er die genaue Position überfahren, so wird er einfach zurückgefahren, bis er die genau ausgerichtete Stelle erreicht. Fadenbrüche werden stets der Reihenfolge nach behoben, jedoch nur diejenigen, die beim vorherigen Durchlauf des Bedienroboters festgestellt worden sind.

Die Form eines teilweise gewickelten Spinnkopses läßt sich am besten aus der Fig. 2 entnehmen, wo der entstehende Garnkörper 28 auf der Spinnhülse 26 ersichtlich ist. Die Kombination des Garnkörpers 28 mit der Spinnhülse 26 bildet den sogenannten Spinnkops. Bei der Darstellung der Fig. 2 ist der Garnkörper noch in seinem Anfangsstadium gezeigt. Bei dem vollen Spinnkops erstrecken sich die Windungen beinahe bis zum oberen Ende der Spinnhülse 26. Um die konkrete Form des Spinnkopses zu erzeugen und dem Herstellungsverfahren gerecht zu sein, muß die die Spinnkopse tragende Spindel 30 entsprechend einem in etwa vorgegebenen Drehzahlprofil angetrieben werden, was in Fig. 6 genauer dargestellt ist.

Fig. 6 zeigt die Drehzahl D der Spindel 30 als Abszisse und die Höhe S der Ringbank als Ordinate. Angefangen mit dem Punkt 200 wird die Drehzahl n zunächst schnell erhöht bis der Punkt 202 erreicht wird. Hierdurch werden einige anfängliche Wicklungen auf der Spinnhülse 26 angebracht. Dieser Abschnitt betrifft die Ausbildung der sogenannten Unterwindkrone, d.h. die Anfahrphase dar. Von dem Punkt 202 bis zu dem Punkt 204 wird die Drehzahl weiter erhöht, jedoch verläuft das Drehzahlprofil mit einer wesentlich geringeren Steigung als im Abschnitt 200 bis 202. Bei dem Punkt 204 ist das untere Teil des Spinnkopses bereits gewik-

kelt und dieser hat in etwa die Form, die in Fig. 2 gezeigt ist, wobei jedoch das obere kegelförmige Teil direkt in den unteren in etwa hemisphärischen Teil übergeht, ohne daß dazwischen ein zylindrisches Stück vorliegt.

Der Punkt 204 stellt den Anfang des Plateaubereiches dar, der sich bis zum Punkt 206 erstreckt. In diesem Bereich wird das zylindrische Teil des Spinnkopses ausgebildet, und zwar so, daß die Ringbank 44 sich zunächst nach oben bewegt und eine konusförmige Lage von Garnwindungen auf die bereits vorhandenen konusförmigen Lage wirkt. Dann bewegt sich die Ringbank 44 etwas schneller nach unten, so daß einige Kreuzwindungen entstehen, die die bisherige Lage fest verankern. Die Ringbank bewegt sich dann wieder nach oben und es entsteht eine weitere konusförmige Lage von Windungen, die auch durch die darunterliegende, kreuzgewickelte Lage verankert ist. Dieser Aufbau des Spinnkopses ist insbesondere bei der nachfolgenden Umspulung von Bedeutung; sie ist in der Praxis bestens bekannt.

Mit der changierenden Bewegung der Ringbank bei der Aufwicklung der sukzessiven konusförmigen Lagen wird auch eine Änderung der Drehzahl der Spindel vorgenommen, was mit der sägezahnförmigen Linie 205 angedeutet wird.

Der Punkt 206 liegt drehzahlmäßig etwas höher als der Punkt 204. Dies läßt sich dadurch erklären, daß die Garnlänge zwischen dem Antiballonring 154 und dem Ringläufer 24 in der entsprechenden angehobenen Stellung der Ringbank wesentlich kürzer ist, so daß der Garnballon einen kleinen Durchmesser bzw. eine geänderte Spinngeometrie aufweist und bei einer konstanten Garnspannung mit höheren Drehzahlen gearbeitet werden kann. Ab dem Punkt 206 nimmt die Drehzahl des vollen Spinnkopses zunächst bis zu dem Punkt 208 und dann weiter bis zu dem Punkt 210 ab. Es werden die letzten Wicklungen, die sogenannte Oberwindkrone, auf den sich ausbildenden Spinnkops aufgewickelt und ab dem Punkt 210 nimmt die Drehzahl der Ringbank schließlich rapide ab, bei gleichzeitiger Absenkung der Ringbank in die tiefste Stellung, so daß man zu dem Punkt 212 gelangt. Sobald der Punkt 212 erreicht ist, kann ein Doff-Vorgang durchgeführt werden.

Die Punkte 202.1, 204.1 und 206.1 deuten an, daß für unterschiedliche Faserzusammensetzungen, d.h. Garnsorten oder Garnnummern mit einem anderen Drehzahlgrundwertprofil gearbeitet werden kann. Solche Profile werden üblicherweise in der Computersteuerung der Ringspinnmaschine fest einprogrammiert.

Die Fig. 7 zeigt nun anhand eines ersten Beispiels, wie mit Hilfe des Ansetzroboters 80 und eines fest vorgegebenen Drehzahlsollwertprofils 228 entsprechend der Fig. 6 unter Anwendung

einer Mikroprozessorsteuerung 214 ein Drehzahlregelgerät 216, von der Mikroprozessorsteuerung 214 den jeweiligen Drehzahlsollwert D_{soll} erhält und die Drehzahl der Spindel 30 der Ringspinnmaschine 10 entsprechend diesem Sollwert D_{soll} regelt. Das Drehzahlregelgerät kann auch ein Teil der Mikroprozessorsteuerung 214 sein. In diesem Beispiel ist das fest vorgegebene Drehzahlsollwertprofil in einem Bedienereingabefeld 218 der Mikroprozessorsteuerung 214 gezeigt und zwar deshalb, weil das Profil vom Bediener eingegeben wird. Zusätzlich wird über das Bedienereingabefeld 218 die Fadenbruchbehebungskapazität des Ansetzroboters 80 angegeben, was schematisch mit dem Kasten 220 angedeutet wird. Bei dem Ansetzroboter 80 ist die Fadenbruchbehebungskapazität im Betriebszustand ein fester Wert, der in dieser Zeichnung mit $N2_{soll}$ bezeichnet wird und typischerweise bei 100 Fadenbrüchen pro Stunde liegt.

Wie aus der Beschreibung der Fig. 1 bis 5 ersichtlich ist, führt der Ansetzroboter jeweils eine Hin- und Herbewegung entlang einer Maschinen-seite durch, bis er Information über die von ihm behobenen Fadenbrüche der Maschinensteuerung meldet. Diese Information besteht aus folgenden Teilen:

- a) Die Gesamtzahl der Spinnstellen, die vom Roboter überprüft worden sind,
- b) die Nummern der Spinnstellen, an denen er Fadenbrüche erfolgreich behoben hat,
- c) die Nummern der Spinnstellen, an denen er versucht hat, Fadenbrüche zu beheben, jedoch ohne Erfolg, und
- d) die Nummern der Spinnstellen, an denen er bei seiner letzten Bewegung Fadenbrüche festgestellt, jedoch noch nicht zu beheben versucht hat.

Diese Information wird beispielsweise in einem Spinnstellenstatusspeicher 222 gespeichert. Die erfolgreich behobenen Fadenbrüche stellen die zeitlich statistisch verteilten Fadenbrüche dar. Die Anzahl der betroffenen Spinnstellen ist in der Zeichnung gemäß Fig. 7 mit $N2$ angegeben.

Die Werte für $N2$ werden im Mikroprozessor 214 mit Hilfe üblicher Regelalgorithmen, beispielsweise eines Proportional-, Differential-, Integral-Algorithmus unter Berücksichtigung der Zeiten, in denen sie entstanden sind (was aus dem Bewegungsablauf des Ansetzroboters oder dem Fadenwächter bekannt ist), mit dem Wert $N2_{soll}$ verglichen und hieraus wird, wie im allgemeinen üblich bei Regelverfahren, im Korrekturrechner 224 ein Korrekturwert N_k erzeugt. Der Korrekturwert N_k wird dann mit einem Drehzahlwert vom fest vorgegebenen Drehzahlsollwertprofil multipliziert. Dieser Drehzahlwert vom Drehzahlsollwertprofil wird vom Mikroprozessor entsprechend der jeweiligen Höhe der Ringbank gewählt. Das Ergebnis dieser Multi-

plikation, die hier schematisch in dem Feld 226 durchgeführt wird, bildet die Solleingabe D_{soll} für das Drehzahlregelgerät 216. Somit gelingt es, die Drehzahl der Ringspinnmaschine entsprechend der vorhandenen Behebungskapazität des Ansetzroboters einwandfrei zu regeln und zwar aufgrund der zeitlich statistisch verteilten, quasi drehzahlabhängigen Fadenbrüche.

Die anderen Sockelfadenbrüche müssen in diesem Beispiel von der Bedienung instandgesetzt werden, wofür auch eine ausreichende Kapazität vorhanden sein muß. Da diese Fehler nicht stark mit der Drehzahl der Maschine gekoppelt sind, hat eine Erhöhung der Drehzahl der Ringspinnmaschine im keinen so wesentlichen Einfluß auf die Zahl der Sockelfadenbrüche, so daß diese Arbeitslast statistisch als konstant betrachtet, und daher auch leichter bewältigt werden kann.

Es liegt zwar bei der beschriebenen Anordnung eine zeitliche Verzögerung zwischen der Feststellung von zeitlich statistisch verteilten Fadenbrüchen und deren Auswertung durch den Regelalgorithmus vor, diese zeitliche Verzögerung ist jedoch nicht so gravierend, wie man eventuell annehmen konnte. Erstens, weil ein gedämpftes Regelverhalten sowie so erwünscht ist, um ein Überschießen der Regelung zu vermeiden, und zweitens, weil entsprechende Regelalgorithmen bekannt sind, die auch aus historischen Daten zuverlässige Korrekturwerte erzeugen können.

Weiterhin bestehen Möglichkeiten, die Fadenbruchinformation noch aktueller zu halten. Beispielsweise können die festgestellten Fadenbrüche, wo der Ansetzroboter noch nicht versucht hat, diese Fadenbrüche zu beheben, zunächst insgesamt oder zum Teil auch als zeitlich statistisch verteilte Fadenbrüche betrachtet werden, wobei dafür ältere zeitlich statistisch verteilte Fadenbrüche, d.h. Fadenbrüche, die weiter zurückliegen, unberücksichtigt bleiben können.

Auch ist es möglich, die Information über zeitlich statistisch verteilte Fadenbrüche nicht nur in der Warteposition des Ansetzroboters an der Maschinensteuerung zu übertragen, sondern kontinuierlich während seiner Patrouillierbewegung.

Der Bedienroboter kann auch mit verschiedenen weiteren Sensoren ausgestattet werden, die weitere Information über die Art der Sockelfadenbrüche liefert. Beispielsweise können Sensoren feststellen, ob die Lunte fehlt, ob Wickel vorhanden sind, oder ob der Läufer fehlt. Insgesamt wird aus der vom Ansetzroboter gelieferten Statusinformation eine Statistik aufgebaut, die im Feld 223 angegeben ist und die einzelnen Fehlerquellen angibt, sowie Angaben zu deren Behebung. Diese Statistik wird üblicherweise wenigstens zum Teil der Bedienung angezeigt, damit reparaturbedürftige Spinnstellen prompt repariert werden.

Das schematische Diagramm der Fig. 8 ist dem der Fig. 7 sehr ähnlich, weshalb für ähnliche Teile die gleichen Bezugszeichen verwendet worden sind. Auch in Fig. 8 enthält das Bedienereingabefeld 218 zwei Kästen, wobei der untere Kasten 228 einen Speicher mit dem fest vorgegebenen Drehzahlsollwertprofil entsprechend der Fig. 6 enthält und der obere Kasten 220 die tatsächlich vorhandene Behebungskapazität für drehzahlabhängige Fadenbrüche angibt. Auch hier handelt es sich um einen Ansetzroboter 80, jedoch im Unterschied zu dem Diagramm der Fig. 7 wird hier die tatsächlich vorhandene Behebungskapazität als die mittlere Wartezeit für die Behebung eines Fadenbrüches durch den Roboter angegeben. Dieser Wert ist in Fig. 8 mit T_{msoll} gekennzeichnet.

Der Mikroprozessor 214 wird in diesem Beispiel so ausgelegt bzw. so programmiert, daß er kontinuierlich einen Wert errechnet für die tatsächliche mittlere Wartezeit T_m , bis eine einen Fadenbruch aufweisende Spinnstelle vom Bedienroboter bedient werden kann. Bei der Berechnung dieser tatsächlichen mittleren Wartezeit T_m wird zunächst über die Leitung 232 der Betriebszustand des Roboters berücksichtigt. Hierdurch wird festgestellt, ob der Ansetzroboter überhaupt betriebsfähig ist oder ob eine Störung vorliegt, die den Einsatz des Roboters verhindert.

Die vom Ansetzroboter an der Maschinensteuerung übertragene Information besteht auch hier im Grunde genommen aus der gleichen Information wie bei Fig. 7, nur wird diese Information nach der erforderlichen Umrechnung anders gespeichert. Gespeichert werden hier im Speicher 222:

- a) die Gesamtzahl der Spinnstellen N ,
- b) die Gesamtzahl der stillstehenden Spinnstellen N_1 ,
- c) die Gesamtzahl der Spinnstellen mit drehzahlbedingtem Stillstand N_2 ,
- d) die Gesamtzahl der zu überwachenden Spinnstellen R_1 , (R_1 ist nicht unbedingt gleich N , da bestimmte Spinnstellen aufgrund gravierender Defekte außer Betrieb sein können, d.h. vom Mechaniker stillgelegt sein) und
- e) die Gesamtzahl der die Roboteraktion benötigten Spinnstellen R_2 (R_2 ist nicht unbedingt gleich N_2 , da zu häufig auftretende Fadenbrüche, die zwar drehzahlbedingt erscheinen, doch von der Statistik als Sockelfadenbrüche ausgeschieden werden, wonach der Roboter sie nicht mehr versucht zu beheben).

Die Werte R_1 , R_2 und N_2 sowie die Information über den Betriebszustand des Roboters werden dann bei der Berechnung der mittleren Wartezeit T_m berücksichtigt.

Aus den Werten T_m , die kontinuierlich, d.h. in regelmäßigen Zeitabständen auf dem laufenden gehalten werden, wird nun zu dem Sollwert T_{msoll}

mit Hilfe üblicher Regelalgorithmen ein Drehzahlkorrekturwert N_k ermittelt.

Dieser Korrekturwert N_k wird wie bisher mit dem jeweiligen Drehzahlsollwert aus dem unteren Feld 228 des Eingabefeldes 218 multipliziert, um die Soll-eingabe D_{soll} für das Drehzahlreglergerät 216 zu erzeugen.

Auch hier wird eine Statistik 223 über die entstandenen Fadenbrüche und ihre Ursachen aufgeführt.

Bei einer Verfahrensvariante gemäß Fig. 9 wird nicht nur die tatsächlich vorhandene Kapazität des Ansetzroboters errechnet, sondern es wird hier zusätzlich auch die Stärke und Aufträge der Bedienungsequipe berücksichtigt, d.h. die Bedienerkapazität.

Teile der schematischen Zeichnung der Fig. 9, die mit Teilen der bisher beschriebenen schematischen Diagramme übereinstimmen, werden mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet. Man sieht, daß der Ansetzroboter 80 sowie die von ihm gelieferte Statusinformation entsprechend dem schematischen Diagramm der Fig. 8 zu einem Spinnstellenstatusspeicher 222 gelangt, sowie zum Kasten 234 für die Berechnung der mittleren Wartezeit T_m für die Behebung eines Fadenbruches durch den Roboter. In diesem Beispiel gibt der Roboter 80 selbst über Leitung 232 die geltenden Kapazitätswerte ab.

Die Angaben zu der Stärke und Aufträge der Bedienungsequipe, die im Feld 240 des Bediener-eingabefeldes 218 eingegeben werden, werden im Mikroprozessor 214 in einem Bedienerstatusspeicher 236 gespeichert und aus diesem werden die Rundenzeiten der Bedienung sowie die Kapazität zur Behebung von Störungen ermittelt und zusammen mit den Daten aus dem Spinnstellenstatusspeicher 222 und dem Wert T_m einer Simulationseinheit 238 zugeführt. Diese Simulationseinheit, die auch Angaben zu der vorhandenen Behebungskapazität für Fadenbrüche durch den Roboter erhält, führt dann eine Simulation des Gesamtsystems auf der Basis Simulation mit Variantenrechnung optimiert auf besten Nutzeffekt durch und ermittelt eine optimierte Drehzahl N_{opt} für die beste Produktionsleistung des Gesamtsystems, bestehend aus Ringspinnmaschine + Roboter + Bediener. Es soll erwähnt werden, daß die für die Variantenrechnung erforderlichen Simulationsprogramme nicht besonders schnell ablaufen müssen, da ausreichende Zeit für die Optimierung des Gesamtsystems zur Verfügung steht, d.h. daß ein relativ kleiner Mikroprozessor ausreicht, um die Simulation durchzuführen. Bei der Simulation ermittelt der Computer anhand eines Programmes wie bei Einhaltung vorgegebener Werte der zukünftige Zustand der Spinnmaschine in eas aussehen wird. Dabei berücksichtigt der Computer die Auswirkungen von verschie-

denen Ereignissen bzw. einen Doffvorgang oder Stromausfall und führt auch eine Sensitivitätsanalyse durch, um zu sehen, ob die einzelnen Varianten evtl. zu einem unerwünschten Absturz der Maschine führen könnten.

Aus dem Wert N_{opt} wird dann ein Drehzahlkorrekturwert N_k ermittelt mit Hilfe üblicher Regelalgorithmen und wie bisher im Zusammenhang mit den Ausführungsvarianten gemäß Fig. 7 und 8 wird ein Drehzahlsollwert D_{soll} durch Multiplikation des Korrekturwertes N_k mit dem jeweils geltenden Wert des Drehzahlsollwertprofils ermittelt und dem Drehzahlreglergerät 216 zugeführt, das wie bisher die Drehzahl der Ringspinnmaschine auf diesen D_{soll} -Wert hin regelt.

Auch hier wird eine Statistik für den Verfahrensablauf an den einzelnen Spinnstellen geführt.

Das Diagramm der Fig. 10 entspricht weitestgehend dem der Fig. 9, nur wird hier die Statistik über den Verfahrensablauf an den einzelnen Spinnstellen aktiv während des Betriebs der Ringspinnmaschine benützt, um das fest vorgegebene Drehzahlsollwertprofil zu korrigieren und hierdurch die Regelabweichungen kleiner zu halten.

Aus der abgespeicherten Statistik wird in einem Spinnstellenstörungsspeicher 242 die Kadenz der zeitlich statistisch verteilten Störungen, bezogen auf die Phase der Kopsbildung, gespeichert. In einem Störungskadenz-Optimierungsrechner 244 wird dann die durchschnittliche Kadenz ermittelt sowie die phasenweise Abweichung vom Durchschnitt, wobei der Ausdruck "phasenweise" sich hier auf die Phase der Kopsbildung bezieht. Aus dieser phasenweisen Abweichung vom Durchschnitt und der durchschnittlichen Kadenz wird ein Korrekturwert N_{pk} für das Soll-Drehzahlprofil errechnet, wobei der Wert N_{pk} phasenbezogen ist. Durch Multiplikation des fest vorgegebenen Drehzahlsollwertprofils mit dem Korrekturwert N_{pk} wird ein korrigiertes Drehzahlsollwertprofil erzeugt, das dann für die Ermittlung des Drehzahlsollwertes D_{soll} , anstelle des fest vorgegebenen Drehzahlsollwertprofils benutzt wird.

Stellt beispielsweise der Störungskadenzoptimierungsrechner 244 fest, daß bei einer bestimmten Garnsorte überdurchschnittlich viele Fadenbrüche im Anlaufbereich 200 bis 202 der Fig. 6 entstehen, wird das Drehzahlsollwertprofil in diesem Bereich so geändert, daß die Drehzahl weniger rapide zunimmt, woraus zu erwarten ist, daß die Abweichung der zeitlich statistisch verteilten Fadenbrüche vom Durchschnitt in diesem Bereich kleiner wird. Dies bedeutet wiederum, daß der Korrekturwert N_k näher an 1 gelangt, so daß die Regelabweichung insgesamt kleiner wird. Durch das Kleinhalten der Regelabweichung ist eine noch bessere Annäherung an das Produktionsoptimum möglich, und die Gefahr, daß starke Schwankungen auftre-

ten, die das Regelverfahren in Frage stellen, wird verringert. Die Korrektur des Drehzahl Sollwertprofils mit dem Wert Npk ist natürlich nicht auf die Anfahrphase beschränkt sondern wird in allen Phasen verwendet, wenn eine phasenweise Abweichung vom Durchschnitt vorliegt.

Bei der Ermittlung der Kadenz der zeitlich statistisch verteilten Störungen werden auch Spinnstellen ausgesondert, an denen beispielsweise häufige Fadenbrüche entstehen, die sich aber jedesmal durch den Ansetzroboter als behebbar erweisen. Wenn solche vermehrten Fadenbrüche an bestimmten Spinnstellen auftreten, so ist dies als Anzeichen dafür zu werten, daß beispielsweise der Ringläufer an dieser Stelle schadhaft ist und ausgetauscht werden muß. Auf alle Fälle deutet das vermehrte Auftreten von Fadenbrüchen an bestimmten Spinnstellen auf technische Defekte hin, die behoben werden müssen, d.h. auf defekte Spinnstellen, wo entstehende Fadenbrüche nicht als zeitlich statistisch verteilte Fadenbrüche betrachtet werden sollen. Die Erstellung einer solchen Information und die Ermittlung der Sockelfadenbrüche ist bei allen Ausführungsbeispielen möglich, und die entsprechende Information muß auch bei der Erstellung der Information für den Spinnstellenstatusspeicher berücksichtigt werden. Hierzu ist auch zu bemerken, daß der Sockel sich relativ kurz nach dem Doffen eruieren läßt, beispielsweise nach einer Hin- und Herbewegung, so daß er rechtzeitig zur Verfügung steht und eine gesicherte Basis für die erfindungsgemäße Regelung bildet.

Die Simulation des Gesamtsystems wird nunmehr im Detail erläutert, anhand der Fig. 11.

Dabei gehören alle innerhalb der strichlierten Linie enthaltenen Blöcke zu Funktionen des Mikroprozessors 214. Diese Blöcke bedeuten nicht notwendigerweise eine vorrichtungsmäßige Aufteilung des Computers in dieser Form, sondern sie zeigen lediglich wie die Programmbausteine des Mikroprozessors zusammenkooperieren.

Der zentrale Block 260 stellt einen Programmblock dar, der in der Lage ist, unter Berücksichtigung des Ist-Zustandes der Spinnmaschine, was aktuell im Programmblock 262 gespeichert ist, die Produktion der jeweiligen Spinnmaschine für einen bestimmten Zeitraum voraussagen. Günstig hier wäre ein Zeitraum von etwa 8 Stunden zu wählen, d.h. der Computer ist so programmiert, daß er anhand des bekannten Ist-Zustandes die Gesamtproduktion der nächsten 8 Stunden ausrechnen kann und zwar unter Berücksichtigung des vorgegebenen Drehzahl Sollwertprofils und allen anderen wesentlichen Betriebsparameter, wie beispielsweise Doffvorgänge usw. Solche Programme sind in der Fachwelt bekannt und werden schon jetzt zur Simulation eines tatsächlichen Systems eingesetzt.

Mit anderen Worten kann der Programmblock 260 unter Berücksichtigung des Ist-Zustandes vom Block 262 den künftigen Zustand der Produktion nach einem bestimmten Zeitraum voraussagen, was im Block 264 gespeichert wird.

Es leuchtet nun ein, daß man nunmehr bewußt den Ist-Zustand "verfälschen" könnte, dadurch daß man beispielsweise eine andere Drehzahl vorgibt. Hieraus wird der Computer aber wiederum in der Lage sein, aufgrund des Programmblockes 260 die Produktion in den nächsten 8 Stunden auszurechnen, wobei dieser Programmblock die Zusammenhänge zwischen Drehzahländerungen und dem Auftreten von Fadenbrüchen berücksichtigen kann, da diese aus gesammelten Erfahrungen bekannt und im Computer gespeichert sind. Andere Angaben des Ist-Zustandes, beispielsweise die Anzahl von Spindeln, die aufgrund von mechanischen Schäden dauernd stillgesetzt sind oder die zu erwartende Anzahl von Fadenbrüchen beim Doff-Vorgang, werden weiterhin vom Programmblock 260 berücksichtigt und in die Berechnung der zukünftigen Produktion eingezogen.

Man sieht somit, daß der Computer in der Lage ist, durch die Voraussetzung von verschiedenen Annahmen, die auch im Programmblock 266 als mögliche Varianten einer Substrategie gespeichert sind, unter Berücksichtigung der gesicherten Daten des Ist-Zustandes und der Behebungskapazitäten für die verschiedenen Fadenbrüche, eine Vielzahl von Variantenrechnungen durchzuführen, um jeweils die Produktion innerhalb der nächsten 8 Stunden vorauszuberechnen. Da der Computer diese Rechnungen in Sekunden durchführen kann, ist es ohne weiteres möglich, eine relativ große Anzahl von Varianten durchzuspielen und das Ergebnis zu betrachten, um festzustellen, welche Variante dann für den tatsächlichen Betrieb der Anlage hingenommen werden sollte.

Obwohl es grundsätzlich möglich wäre, das Ergebnis aller dieser Variantenrechnungen vorzuzeigen, beispielsweise mittels der Anzeige 267, damit die Betriebsperson die jeweils passende Variante auswählen kann, ist dies in der Praxis überhaupt nicht nötig, sondern es wird ein weiterer Programmblock 268 vorgesehen, indem man das Optimierungsziel eingibt, beispielsweise höchste Produktion während der nächsten 8 Stunden. Die Eingabe selbst kann über die Tastatur 269 erfolgen. Dieser Programmblock 268 vergleicht automatisch Ergebnisse der Variantenberechnungen, um die jeweils günstigste Variante festzustellen. In der Tat ist der Programmblock 268 auch etwas klüger: er stellt beispielsweise fest, daß sukzessive Veränderungen der Drehzahl zunächst zu einer Verbesserung, dann aber zu einem schlechteren Ergebnis führen. Durch gezielte Veränderungen der beeinflussbaren Parameter wird das Optimierungsziel be-

stimmt. Dazu ist der Programmblock 268 in der Lage, die vom Computer zu überprüfenden Varianten vorzugeben, was durch die Kopplung 270 zum Block 266 angedeutet ist. Natürlich muß der Programmblock 268 die jeweiligen Resultate über die errechneten Varianten erhalten, weshalb er schematisch über die Leitung 272 mit dem Block 264 gekoppelt ist. Mit anderen Worten führt der Programmblock 268 dynamisch eine Optimierung mit Sensitivitätsanalyse durch.

Nach der Ermittlung der Variante, welche dem Optimierungsziel am nächsten kommt, kann diese Variante sofort durch Anpassung der echten Betriebsparameter der Maschine in der Praxis umgesetzt werden, so daß die Anlage tatsächlich entsprechend dieser Variante weiterläuft. Dies ist beispielsweise mittels der gestrichelten Linie 274 gezeichnet. Im Regelfall aber wird es wünschenswert sein, die jeweils besseren Varianten der Betriebsperson anzuzeigen, mittels der Anzeige 267, und ihr die Möglichkeit zu geben, selbst die günstigste Variante über das Eingabefeld 273 und über die Leitung 274 in der Spinnmaschine festzulegen, damit die Spinnmaschine 10 entsprechend der gewählten Variante arbeitet.

Die neu gewählte Variante führt dann natürlich zu geänderten Daten über den Ist-Zustand und diese Daten werden dem Block 262 über die Leitung 276 mitgeteilt.

Die gewählte Variante muß nicht für die gesamten 8 Stunden festgelegt werden, sondern der Computer kann anhand des sich ändernden Ist-Zustandes prüfen, inwieweit das Verfahren entsprechend seiner Simulationsprognose abläuft. Sollten Abweichungen eintreten, so kann anhand des Ist-Zustandes eine neue Simulation durchgeführt werden, unter Berücksichtigung des geänderten Ist-Zustandes.

Schließlich muß darauf hingewiesen werden, daß die Auftrennung des Mikroprozessors in verschiedenen Feldern oder Blöcken rein darstellungshalber vorgenommen worden ist. In der Tat werden die entsprechenden Operationen durch Software, d.h. durch die Programmierung des Mikroprozessors vorgenommen, wobei das Drehzahlregelgerät auch eventuell in den Mikroprozessor integriert werden kann, d.h. es muß nicht als selbständiges Bauelement ausgeführt werden. Es ist heutzutage in der allgemeinen Verfahrenstechnik auch üblicher, solche Verfahrensabläufe durch entsprechende Programmierung eines Mikroprozessors zu verwirklichen als mit getrennten hardwaremäßigen Bausteinen, da die Integration der entsprechenden Funktionen in einen Mikroprozessor zu wesentlichen Kostenersparnissen führt.

Die Simulation und Optimierung wird nachfolgend anhand der weiteren Figuren 12 bis 15 näher erläutert

Es ist bereits erläutert worden, daß ein Abzug an einer Ringspinnmaschine erfolgt entsprechend der Drehzahlkurve der Fig. 6. Es ist auch bereits erläutert worden, und dies stellt auch eine Besonderheit der vorliegenden Erfindung dar, daß man bei der Vorgabe der Solldrehzahl in den einzelnen Bereichen vorzugsweise so vorgeht, daß man das fest gespeicherte Drehzahlprofil in den einzelnen Betriebsbereichen mit verschiedenen Faktoren multipliziert, um neue Sollwerte zu bilden, die dann von der Maschinenregelung eingehalten werden.

In der einfachsten Ausführungsform genügt es, mit einem solchen Faktor im Bereich zwischen 204 und 206 der Fig.6 zu arbeiten. Man kann aber mit entsprechenden Faktoren auch in den anderen Bereichen der Spinnkopsbildung arbeiten, wobei die Faktoren für die einzelnen Bereiche selbstverständlich unterschiedlich gewählt werden können.

Aus Erfahrung weiß man, daß bei bestimmten Drehzahlen in bestimmten Bereichen der Kopsbildung bei einer bestimmten Maschine und bei einer bestimmten Garnsorte eine bestimmte Anzahl von statistisch verteilten Fadenbrüchen pro 1000 Spindelstunden zu erwarten ist.

Bei der Optimierung gemäß vorliegender Erfindung wird zunächst ein Optimierungsziel gesetzt. Dies kann beispielsweise der maximale Gewinn nach einer bestimmten Zeitdauer, die maximale Produktion nach einer bestimmten Produktionsdauer oder minimaler Abgang über eine bestimmte Produktionsdauer sein.

Der maximale Gewinn und die maximale Produktion sind miteinander verwandt, denn Gewinn errechnet sich aus den Kosten des Rohmaterials (hier Kosten des Vorgarns), aus dem Verkaufswert der Produktion und aus den Kosten für den bei der Produktion anfallenden Abgang sowie aus den Betriebskosten.

Die Variante minimaler Abgang über eine bestimmte Produktionszeit könnte beispielsweise dann von Interesse sein, wenn der Spinnereibetreiber einen Auftrag erfüllen muß und die Vorräte an Rohmaterialien sehr knapp sind. Jedes Ziel kann mathematisch als Funktion der Drehzahlen in den verschiedenen Bereichen der Kopsbildung betrachtet werden. Beispielsweise $Z = Z(F_1, F_2, F_3 \dots)$, wobei F_1, F_2, F_3 usw. die Drehzahlkorrekturfaktoren für die einzelnen Bereiche der Kopsbildung nach Fig. 6 darstellen.

Im vorliegenden Beispiel nehmen wir an, daß Z eigentlich die Produktion nach 30 Stunden ist, die von drei Drehzahlfaktoren F_1, F_2 und F_3 abhängt, wobei der Faktor F_1 als Multiplikator für den Bereich 200 bis 204 der Kopsbildung gemäß Fig. 6 gesehen wird, während der Faktor F_2 für den Bereich 204 bis 206 und der Faktor F_3 für den Bereich 206 bis 210 verwendet werden. Es leuchtet ein, daß das Drehzahlprofil über die Kopsbildung

die einzige Einstellung ist, die man bei einer Ringspinnmaschine und bei einer bestimmten Garnsorte variieren kann, um die Produktion zu ändern. Es leuchtet auch ein, daß die Produktion variieren wird je nachdem, wie man die Drehzahl D in den einzelnen Bereichen der Kopsbildung wählt, da dies Auswirkungen auf die Anzahl der entstehenden statistisch verteilten Fadenbrüche in den einzelnen Bereichen sowie auf die Ausnützung des Roboters zur Behebung dieser Fadenbrüche und die Auslastung des Bedieners hat.

Das Ziel der Simulation ist daher die Faktoren F1, F2, F3 so zu wählen, daß über die gewählte Simulationszeit von in diesem Beispiel 30 Stunden, die Produktion ein Maximum darstellt.

Das Ziel ist also, für die Funktion $Z = Z(F1, F2, F3, \dots)$ ein Optimum zu ermitteln. Ist die Funktion Z nicht analytisch gegeben, dann müssen numerische Optimierungsverfahren verwendet werden. Zur Ermittlung des Wertes der Funktion Z, d.h. z.B. zur Ermittlung der Produktion nach 30 h, bei gegebenen Werten für die Parameter F1, F2, F3, d.h. bei gegebenen Drehzahlprofilkorrekturfaktoren, wird eine Simulation der Spinnmaschine mit Bedienungsroboter und Bediener eingesetzt. Dieses Resultat der Simulation wird der Optimierungsroutine zur Verfügung gestellt.

Wenn man Zeit hätte, alle möglichen Varianten zu errechnen, so konnte man ein Kennfeld für die Funktion Z etablieren, welches zweidimensional in der Fig. 12 gezeigt ist. Dieses Kennfeld besteht aus Bergen und Tälern, wobei die maximale Produktion über die Simulationszeit durch die Bergkuppe mit der höchsten Spitze dargestellt ist. Da es unrealistisch ist, das gesamte Kennfeld zu errechnen, gehen Optimierungsverfahren so vor, daß sie in einigen wenigen Optimierungsschritten immer bessere Annäherungen an die Bergspitze treffen, so daß nach wenigen Optimierungsschritten die Parameter F1, F2, F3, die zu dieser Bergspitze führen, bekannt sind.

Optimierungsverfahren, die das Auffinden dieser Spitze ermöglichen, sind aus verschiedenen Büchern bestens bekannt, beispielsweise aus den Büchern nach dem Literaturverzeichnis der Fig. 14.

Die Durchführung eines Simulationsschrittes wird nunmehr näher erläutert, wodurch auch die wichtigen Parameter angegeben werden.

Zunächst gibt es die Produktionsdaten. Diese umfaßt folgenden Posten:

Bezeichnung des Sortiments: Sort 2

Anzahl Spindeln: 1000

Teilung [mm]: 75

Garnfeinheit [tex]: 16,0 Nummer engl.: 0,05

Kopsgewicht [g]: 62,4

Spindeldrehzahl [1/min]: 16000

Garndrehung [T/m]: 960

Kopslaufzeit: 03:54 00

Zeit für die letzten 5 mm: 00:07 33

Hieraus sieht man, daß das Garnsortiment hier rein willkürlich "Sort2" heißt. Die Ringspinnmaschine, die es zu simulieren gilt, hat 1000 Spindeln mit einer Spindelteilung von 75 mm (Abstand zwischen zwei benachbarten Spinnstellen). Das zu produzierende Garn hat eine Feinheit von 16 Tex gleich englische Nummer 0.0. Das Gewicht eines vollen Kopses beträgt 62.4 g und die Spindeldrehzahl bei Punkt 204 der Fig.6 beträgt 16000 U/min und die Kopslaufzeit für einen Abzug (Zeit zwischen Doffvorgängen) beträgt 3 Stunden 54 Minuten, wobei die Zeit für die letzten 5 mm der Kopsfüllung 7 Minuten 33 Sekunden ausmacht. In dieser Zeit muß der Roboter zu seiner Parkposition zurückkehren, und zwar unabhängig von der noch bevorstehenden Fadenbruchbehebungsarbeit.

Die Parameter der Spinnmaschine selbst sind wie folgt zu berücksichtigen:

Dauer des Doff-Vorgangs (Minuten): 6,0

Nicht benützbare Spindeln auf der Maschine: 0

Verteilte Fadenbrüche / 1000 Spindelstunden bei 16000 U/min: 100

Anteil davon nicht behebbbar in %: 1,00

Dofffadenbrüche in % der laufenden Spindeln: 02

Anteil Wickel in % aller Fadenbrüche: 0,50

Hieraus sieht man, daß der Doffvorgang 6 Minuten dauert, während dieser Zeit wird nicht produziert. Bei der zu simulierenden Ringspinnmaschine sind keine Spindeln vorhanden, die nicht benutzt werden können. Dieser Wert 0 könnte aber beispielsweise 2 sein, wenn zwei Spindeln aufgrund von mechanischem Schaden nicht mehr in Betrieb genommen werden können.

Bei einer Spindeldrehzahl von 16000 bei dem Punkt 204 werden aus Erfahrung mit dem Sort2-Sortiment bei der herrschenden Garnfeinheit und auf diese Maschine 100 Fadenbrüche pro 1000 Spindelstunden erwartet. Hiervon gelten 1% wiederum als nicht behebbbar (Erfahrungswert). Als weiterer Erfahrungswert sind bei der Maschine 2% Doff-Fadenbrüche zu erwarten bezogen auf die Anzahl der insgesamt laufenden Spindeln. Weiterhin ist für diese Maschine statistisch festgestellt worden, daß etwa 0,5% aller Fadenbrüche zu Wickeln führen.

Die Ringspinnmaschine wird sowohl von dem Ansetzroboter als auch von einer Bedienungsperson bedient.

Für die Bedienungsperson gelten folgende Parameter:

Dauer für Entfernen eines Wickels (Sekunden): 44

Laufgeschwindigkeit [m/s]: 0,55

Interval der periodischen Rundgänge (Stunden): 8,00

Dauer für das Beheben eines Fadenbruchs ([s]): 20

Hieraus sieht man, daß die Bedienerin 44 Sekunden für das Entfernen eines Wickels braucht

und durchschnittlich mit 0,55 m/sec läuft. Das Intervall der periodischen Rundgänge von 8 Stunden bedeutet, daß die Bedienerin einmal in 8 Stunden an dieser Ringspinnmaschine arbeitet. Das heißt, die Bedienerin wartet eine ganze Reihe von Ringspinnmaschinen und arbeitet bei der vorliegenden Ringspinnmaschine nur einmal in 8 Stunden. Für diese Bedienerin gilt, daß sie 20 Sekunden braucht, um einen Fadenbruch zu beheben.

Schließlich gibt es die Parameter des Ansetzroboters, welche wie folgt aussehen:

Dauer eines Anspinnversuchs (Sekunden): 30,00

Zusätzliche Dauer bei Misslingen [s]: 3,00

Fahrgeschwindigkeit [m/s]: 0,450

Zeit, um Position zu initialisieren (Minuten): 1,50

Maximal zulässige Wickeldauer (Minuten): 15,00

Zeit zum Positionieren und Auswerten [s]: 3,00

Bei dem Roboter dieses Beispiels dauert ein Anspinnversuch 30 Sekunden, wobei weitere 3 Sekunden benötigt sind, wenn der Anspinnversuch mißlingt. Der Roboter fährt von Spinnstelle zu Spinnstelle mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 0,45 m pro Sekunde (gegebenenfalls könnte man aber auch hier die konstante Fahrgeschwindigkeit sowie die Zeit für Beschleunigung und Bremsen berücksichtigen). Der Roboter braucht bei der Inbetriebnahme 1 Minute 50 Sekunden, um seine Position zu initialisieren.

Da Wickel, die sich mehr als 15 Minuten lang ausbilden, eine Gefahr für die Ringspinnmaschine und für den Roboter darstellen, wird die maximal zulässige Wickeldauer mit 15 Minuten festgelegt. De facto läuft dies darauf hinaus, daß kein Fadenbruch mehr als 15 Minuten lang unbehoben bleiben darf, da Wickelbildung sofort nach einem Fadenbruch anfangen kann. Wenn der Roboter an einer Stelle anhält, so braucht er 3 Sekunden, um sich zu positionieren und sich auf das Beheben des Fadenbruches vorzubereiten.

Mit diesen Grunddaten fährt der Computer nunmehr eine Simulation durch und rechnet dabei die Produktion über einen Zeitraum von 30 Stunden aus. Die Resultate für diese Simulation sind in der Tabelle der Fig. 14 angegeben. Der Kürze halber wird aber nur die Zeit der Simulation zwischen 05:15:00 und 11:55:00 bzw. 28:00:00 und 30:00:00 sowie das Endergebnis des Simulations-schrittes angegeben.

Bei der hier dargestellten Simulation werden Werte nach jede 15 Minuten simulierte Laufzeit ausgedruckt, wobei natürlich die Simulation selbst weitaus schneller läuft.

m gibt den momentanen Nutzeffekt der Ringspinnmaschine in % an, während t den totalen Nutzeffekt darstellt, d.h. den integrierten Wert von m über die Zeit. Wie oben erwähnt, handelt es sich hier nur um einen Auszug. Die Simulation hat eigentlich mit der Zeit 0 Stunden, 0 Minuten und 0

Sekunden angefangen bei Abzug 01 (erste Aufstekung nach dem Doffen) und mit leeren Hülsen, so daß der anfängliche Prozentwert in der vorletzten Spalte 0 % beträgt.

Die letzte Spalte zeigt die Rundenzeit des Ansetzroboters an, d.h. die Dauer eines Hin- und Herlaufs von Maschinenkopf bis zum Maschinenfuß und zurück zum Maschinenkopf.

Die Tabelle der Fig. 14 fängt erst an mit dem Ergebnis der Simulation nach 5 Stunden und 15 Minuten. Hier ist schon einmal gedofft worden, d.h. sind wir beim Abzug 02 und die Kopse dieses Abzuges sind, falls kein Fadenbruch entstanden ist, schon zu 32,1 % voll. Der Bedienroboter läuft normal hin und her und hat eine Rundenzeit für die letzten 15 Minuten von 5 Minuten und 31 Sekunden erreicht.

Um 07:45:00 sind die Kopse bis 96, 2 % voll und es wird dann bei 100 % gedofft. Da dieser Doffvorgang im Zeitintervall zwischen 07:45:00 und 08:00:00 vorkommt, wird sie hier nicht extra ausgedruckt, aber man sieht aus dem Übergang vom Abzug 02 zum Abzug 03, daß ein Doffvorgang stattgefunden hat. Für die letzte Runde vor dem Doffen hat der Roboter 4 Minuten 25 Sekunden benötigt. Nach dem Doffvorgang sind statistisch relativ viele Fadenbrüche entstanden, was normal ist, und dies führt dann dazu, daß die Rundenzeit des Bedienroboters nach dem Doffen auf 10 Minuten 28 Sekunden angewachsen ist.

Die Simulation läuft in diesem Muster weiter bis zu der vollen 30 Stunden. Während dieser Simulationszeit sind dann sieben Vollabzüge und ein Teil vom Abzug 08 vollzogen worden, wobei die Kopse nach 30 Stunden, d.h. beim achten Abzug zu 51,3 % voll sind, wenn kein Fadenbruch entstanden ist. Die Ergebnisse dieser Simulation sind unten festgehalten. Die Simulationsdauer beträgt 30 Stunden, wir sind beim aktuellen Abzug 08, wobei die Kopse eine theoretische Füllung von 51,3 % haben. Der momentane Wirkungsgrad beträgt 98,60 % und der totale Nutzeffekt beträgt 98,68 %. Insgesamt sind 462,61 kg Garn produziert worden, wobei beim theoretischen Maximum (t = 100%) 468,80 kg produziert worden wären. Der Roboter hat insgesamt 1499 Stellen angesponnen und 21 Spinnstellen stillgelegt. Er ist nie in Zeitnot gekommen und keine Spinnstelle hat länger als 13,3 Minuten warten müssen, bis der Roboter einen dort vorhandenen Fadenbruch zu beheben versucht hat. Es sind keine Wickel entstanden, die länger als 15 Minuten gedauert haben. Der längste Wickel hat 3,6 Minuten gedauert, bis er behoben wird. Der Bediener hat insgesamt bei dieser Maschine 36 Stellen entstört und bei 12 Wickel entfernt. Er hat insgesamt für die Maschine 9,2 Minuten benötigt und dies stellt bei der einen Maschine eine Auslastung des Bedieners von 1,9% dar. Dies

bedeutet nicht, daß der Bediener faul war, sondern müssen die Summen der Auslastung von den einzelnen Maschinen zusammenaddiert werden, um seine Gesamtauslastung zu erreichen.

Wenn beispielsweise nach der Simulation ein Wickel entstanden wäre, der länger als 15 Minuten gedauert hätte, so wären die Parameter dieser Simulation als nicht akzeptabel eingestuft, d.h. in der Praxis wird die Maschine nicht mit diesen Parametern betrieben (verbotener Parameterbereich).

Nach diesem Simulationsschritt führt der Rechner weitere Simulationsschritte durch, und zwar versucht er, nach den Maßstäben des hier angewandten Optimierungsverfahrens (vorzugsweise das sogenannte achsparallele Suchverfahren) die Bergspitze festzustellen, bei der die Produktion am höchsten ist. Sofern keine unzulässige Zustände entstehen (beispielsweise Wickel, die länger als 15 Minuten dauern) wird dann die Ringspinnmaschine mit den optimierten Daten betrieben, ansonsten werden die beiden zulässigen Parameter ermittelt.

Bei dieser Beschreibung haben wir die Spindeldrehzahl etwas vereinfacht, denn wir haben angenommen, daß diese bei 16000 UpM konstant bleibt. In der Tat wird mit dem Drehzahlprofil gearbeitet und die statistisch verteilten Fadenbrüche pro 1000 Spindelstunden wird ebenfalls als Profil über die Kopsbildung betrachtet. Dies bedeutet aber schließlich nur, daß der Computer verschiedene Erfahrungswerte für verschiedene Bereiche der Kopsbildung hat, und diese im zeitlichen Verlauf der Simulation berücksichtigt.

Die Faktoren F1, F2, F3 usw. können dann von den optimierten Werten gegenüber dem Grundprofil errechnet werden und für die aktuelle Einstellung der Ringspinnmaschine herangezogen werden.

Die Fig. 13 zeigt schließlich schematisch wie die Optimierung abläuft.

Man sieht, wie der Benutzer die erforderlichen Eingaben für die Optimierung eingeben kann. Diese umfassen z.B. die Simulationsdauer und eventuell zu beachtenden Randbedingungen beispielsweise nicht mehr als 3 % Abgang. Wenn das Ziel als maximaler Gewinn angegeben ist, so müssen Werte für den Erlös durch Verkauf des Garnes und die Kosten für die Produktion des Vorgarnes auch berücksichtigt werden. Der Block mit der Bezeichnung "Simulation der RSM mit Bedienungsroboter und Bediener" führt dann die Berechnungen durch, die zu den ausgedruckten Werten, wie oben beschrieben, führen. Hierbei werden der Drehzahlverlauf über die Simulationszeit berücksichtigt, wobei verschiedene Parameter F1, F2 usw. ausprobiert werden. Für jede Simulation wird die Gütefunktion, beispielsweise hier der erzielte Gewinn Z berechnet und das Optimierungsverfahren, beispielsweise nach der Methode der Achsenparallelesuche, führt

zu der Auswahl von neuen Parametern F1, F2, F3 für die nächste Simulation. Wenn die günstigsten Parameter festgestellt sind, werden sie weitergegeben, es wird dann der aktuelle Drehzahlverlauf festgestellt und die entsprechenden Werte werden bei der Ringspinnmaschine RSM eingestellt, wie im unteren Teil des Schemadiagramms dargestellt. Es gibt aber auch eine Zustandsmessung und Zustandsüberwachung, wobei das Verhalten der Ringspinnmaschine gemessen wird und das Ergebnis dieser Zustandsüberwachung wird zurück in die Simulation geführt, damit beim Simulationsprogramm ein Vergleich zwischen den aktuellen Werten und den simulierten Werten vollzogen werden kann. Sollten die zwei Werte weit auseinanderklaffen, so kann hier Alarm geschlagen werden. Auf alle Fälle wird aufgrund der Zustandsmessung und der Zustandsüberwachung eine Vielzahl von Produktionsdaten gesammelt, die zur Aktualisierung der Erfahrungswerte beitragen können. Auf diese Weise hat die Maschine immer bessere aktuelle Werte für die Durchführung der Simulation bei nachfolgenden Optimierungen zur Verfügung. Wichtig hier sind vor allem die Anzahl der statistisch verteilten Fadenbrüche pro 1000 Spindelstunden bei bestimmten Drehzahlwerten in bestimmten Phasen der Kopsbildung, natürlich bezogen auf eine bestimmte Garnsorte.

Diese Information sowie die wesentlichen Zustandsinformationen jedes Produktionszyklus werden weiterhin in einer Datenbank abgespeichert und stehen dann dem Rechner bzw. dem Simulationsprogramm zur Verfügung.

Der genaue Inhalt des Simulationsprogramms ist hier nicht angegeben. Es leuchtet aber ein, daß dies ja schließlich entsprechend einer Reihe von Bewegungsschritten ablaufen muß. Bei der Durchführung der Simulation muß der Computer die Zeiten zusammenrechnen, die bei der Behebung von Fadenbrüchen entstehen, während der Roboter sich von einer Stelle zur nächsten bewegt. Wesentlich hier ist nur die Frage, wie lange bewegt sich der Roboter von einer Stelle zur nächsten. Dies hängt nicht nur von der Fahrgeschwindigkeit ab, sondern von der räumlichen Entfernung zwischen benachbarten Stellen, wo Fadenbrüche zu beheben sind. In diesem Beispiel läuft der Roboter ständig in einer Richtung (bis er umdreht und dann in der Gegenrichtung läuft) und er behebt die Fadenbrüche der Reihe nach.

Nachdem Fadenbrüche relativ seltene Ereignisse sind und bei statistisch verteilten Fadenbrüchen man annehmen kann, daß sie unabhängig voneinander auftreten, so kann man annehmen, daß das Auftreten der Fadenbrüche einem Poisson-Prozeß entspricht. Hierdurch gelingt es, die einzelnen Fahrwege und Fahrzeiten statistisch zu simulieren und zu ermitteln.

Ansprüche

1. Verfahren zur Regelung der Arbeitsgeschwindigkeit einer Spinnmaschine, insbesondere einer Ringspinnmaschine mit einer Vielzahl von Spinnstellen, an denen Garn produzierbar ist, wobei die auftretenden Fadenbrüche ermittelt und die Drehzahl der Spindel der Spinnstellen in Abhängigkeit von der Anzahl der auftretenden Fadenbrüche pro Zeiteinheit geregelt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die tatsächlich vorhandene Fadenbruchbehebungskapazität bzw. ein dieser entsprechenden Wert ermittelt wird, und daß eine Sollvorgabe für die Drehzahl der Spindel in Abhängigkeit von der Anzahl der ermittelten Fadenbrüche pro Zeiteinheit und der tatsächlich vorhandenen Fadenbruchbehebungskapazität ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ermittlung der Sollvorgabe für die Drehzahl dadurch erzeugt wird, daß ein fest vorgegebenes Drehzahlsollwertprofil, das einen Grundwert für die Drehzahl als Funktion des Spinnkopsaufbauzyklusses darstellt mit einem Korrekturwert korrigiert wird, der aus der Anzahl der auftretenden Fadenbrüche pro Zeiteinheit und der tatsächlich vorhandenen Fadenbruchbehebungskapazität errechnet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Korrekturwert anhand einer Simulation mit Variantenrechnung optimiert auf den besten Nutzeffekt ermittelt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die tatsächlich vorhandene Fadenbruchbehebungskapazität manuell in einen das Regelverfahren durchführenden Regler eingegeben und von Zeit zu Zeit entsprechend den Änderungen der Fadenbruchbehebungskapazität neu eingegeben wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Behebung der Fadenbrüche durch wenigstens einen Roboter bzw. Fadenansetzautomaten durchgeführt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die ermittelten auftretenden Fadenbrüche in wenigstens zwei Klassen, nämlich in zeitlich statistisch verteilte Fadenbrüche und in andere, den Sockel bildende Fadenbrüche klassifiziert werden, wobei der Sockel aus der Anzahl von Spinnstellen mit überdurchschnittlich gehäuft auftretenden Fadenbrüchen und aus der Anzahl der Spinnstellen, die defekt sind, besteht, wobei die defekten Spinnstellen beispielsweise solche sind, wo Wickel vorliegen, der Ringläufer fehlt, ein Luntbruch vorliegt oder beschädigt sind, und daher als vom Roboter nicht behebbare Fadenbrüche registriert werden, und daß die Sollvorgabe für die Drehzahl der Spindeln in Abhängigkeit von den zeitlich statistisch verteilten Fadenbrüchen pro Zeit-

einheit und der tatsächlich vorhandenen Fadenbruchbehebungskapazität für solche Fadenbrüche ermittelt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Fadenbruchbehebungskapazität in Form einer mittleren Wartezeit bis der Roboter einen Fadenbruch beheben kann, angegeben wird, daß die Anzahl der ermittelten Fadenbrüche pro Zeiteinheit als reziproker Wert, d.h. die mittlere verfügbare Zeit zur Behebung eines Fadenbruches behandelt wird, und daß die genannten Korrekturwerte aus dem reziproken Wert und der mittleren Wartezeit bis zur Behebung eines Fadenbruches mit Hilfe eines Regelalgorithmus errechnet wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens die zeitlich statistisch verteilten Fadenbrüche von einem Bedienroboter bzw. Ansetzautomaten behoben werden während andere Spinnstellen, an denen überdurchschnittlich gehäufte Fadenbrüche bzw. vom Roboter nicht behebbare Fadenbrüche auftreten, d.h. Sockelspinnstellen durch manuelle Bedienung in Stand gesetzt werden, und daß sowohl die tatsächlich vorhandene manuelle Bedienungskapazität als auch die tatsächlich vorhandene Roboterkapazität für die Behebung von Fadenbrüchen bei einer Simulation des Gesamtsystems berücksichtigt wird, um einen Drehzahlwert zu ermitteln, der auf den besten Nutzeffekt optimiert ist.

9. Verfahren nach Anspruch 2 und Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Information über die ermittelten Fadenbrüche statistisch ausgewertet, die Kadenz der zeitlich statistisch verteilten Fadenbrüche, bezogen auf die Phase der Spinnkopsbildung ermittelt und das vorgegebene Drehzahlsollwertprofil entsprechend korrigiert wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterteilung in zeitlich statistisch verteilte Fadenbrüche und Spinnstellen mit überdurchschnittlich gehäuften Fadenbrüchen dadurch erfolgt, daß beim Auftreten eines Fadenbruches der Roboter versucht, diesen Fadenbruch zu beheben, wobei im Erfolgsfall der Fadenbruch zunächst als ein zeitlich statistisch verteilter Fadenbruch betrachtet und im Falle eines Mißerfolges als ein vom Roboter nicht behebbarer und dem Sockel gehörender Fadenbruch eingestuft wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle von wiederholten Fadenbrüchen innerhalb eines vorbestimmten Zeitintervalls an der gleichen Spinnstelle die Fadenbrüche nicht mehr als zeitlich statistisch verteilte Fadenbrüche sondern als zum Sockel gehörige Fadenbrüche betrachtet werden.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Bedienroboter bzw. der Ansetzautomat selbsttätig

sein tatsächlich vorhandene Fadenbruchbehebungskapazität in die Regelung eingibt und diese laufend bzw. intermittierend aktualisiert.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Grenzwerte für das tatsächliche Drehzahlwertprofil angegeben werden, welche mechanische und/oder technologische Grenzwerte der Spinnmaschine darstellen, die während des Verfahrens nicht überschritten bzw. unterschritten werden dürfen.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Bedienroboter entlang der Spinnmaschine bzw. Ringspinnmaschine patrouilliert, sich bei einem Durchlauf die zu behebenden Fadenbrüche ermittelt, die seit seinem letzten Durchlauf neu entstanden sind und erst bei dem nachfolgenden Durchgang die neu entstandenen Fadenbrüche zu beheben versucht, wobei gleichzeitig die seit dem letzten Durchlauf neu entstandenen Fadenbrüche ermittelt, jedoch nicht behoben werden, wobei sich dieser Arbeitszyklus ständig wiederholt und der Bedienroboter die von ihm erkannten und behobenen Fadenbrüche sowie die nicht behobenen Fadenbrüche dem Regelsystem meldet.

15. Verfahren nach Anspruch 5 und 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Bedienroboter auch andere von ihm nicht behebbaren Fehlerarten bei seiner Patrouillierbewegung feststellt und auch die entsprechende Information in das Regelsystem eingibt.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Fadenbruchbehebungskapazität durchschnittlich mit etwas weniger als 50% ausgenutzt wird.

17. Verfahren zum Betrieb einer Spinnmaschine, insbesondere einer Ringspinnmaschine mit einer Vielzahl von Spinnstellen, an denen Garn produzierbar ist und im Betrieb Fadenbrüche auftreten, dadurch gekennzeichnet, daß die Spinnstellen, an denen Fadenbruch angezeigt wird, untersucht werden, um die Sockelfadenbrüche, d.h. die zeitlich nicht statistisch verteilten Fadenbrüche zu eruieren.

18. Vorrichtung zur Regelung der Arbeitsgeschwindigkeit einer Ringspinnmaschine mit einer Vielzahl von Spinnstellen, an denen Garn produzierbar ist, wobei die auftretenden Fadenbrüche ermittelt und die Drehzahl der Spindel der Spinnstellen in Abhängigkeit von der Anzahl der auftretenden Fadenbrüche pro Zeiteinheit geregelt wird, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Mikroprozessor (214) mit Eingängen (220; 232) für Angaben zu der Fadenbruchbehebungskapazität und zu den entstandenen Fadenbrüchen und mit einem die Drehzahl der Spindeln (30) der Ringspinnmaschine (10) regelnden Ausgang, wobei der Mikroprozessor (124) mit ei-

nem Programm versehen ist, das unter Berücksichtigung sowohl der entstandenen Fadenbrüche als auch der vorhandenen Fadenbruchkapazität ein die Drehzahl der Spindeln (30) bestimmendes Signal erzeugt, das am genannten Ausgang anliegt.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Mikroprozessor (214) eine Korrekturstufe (224) aufweist, die einen Korrekturwert erzeugt, der zur Korrektur eines Drehzahlwertes verwendbar ist, der entsprechend der jeweiligen Höhe S der Ringbank (44) oder einem mit dieser Höhe verknüpften Parameter, beispielsweise die Zeit seit dem letzten Doff-Vorgang, von einem vorgebbaren Drehzahlsollwertprofil (228) ablesbar ist, und daß der korrigierte Drehzahlwert die Soll-drehzahl D_{soll} für eine die Drehzahl der Spindel regelnde Regelung (216) bildet.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelung (216) in dem Mikroprozessor (214) integriert ist.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 oder 20, gekennzeichnet durch eine Korrekturereinheit (244) zur Korrektur des Drehzahlsollwertprofils (228) entsprechend der festgestellten Kadenz der zeitlich statistisch verteilten Fadenbrüche.

22. Spinnmaschine, insbesondere Ringspinnmaschine mit einer Vielzahl von Spinnstellen, an denen Garn produzierbar ist, mit einer Einrichtung zur Ermittlung der auftretenden Fadenbrüche, gekennzeichnet durch die Kombination mit einem Computer, welcher derart programmiert ist, um die Sockelfadenbrüche, d.h. die zeitlich nicht statistisch verteilten Fadenbrüche zu eruieren.

23. Spinnmaschine nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Computer mit einem Simulationsprogramm ausgestattet ist, der unter Berücksichtigung der Anzahl der Sockelfadenbrüche sowie der Anzahl der zeitlich statistisch verteilten Fadenbrüche und der Behebungskapazitäten, für diese zwei Fadenbrucharten Varianten-Rechnungen durchführt, um für eine vorbestimmte Zeit eine Optimierung des Betriebs der Spinnmaschine auf besten Nutzeffekt zu errechnen und anschließend die Spinnmaschine nach diesen Varianten betreibt, wenigstens so lange, bis der Ablauf der Produktion mit dem durch die gewählte Variante geplanten Ablauf übereinstimmt.

FIG. 1

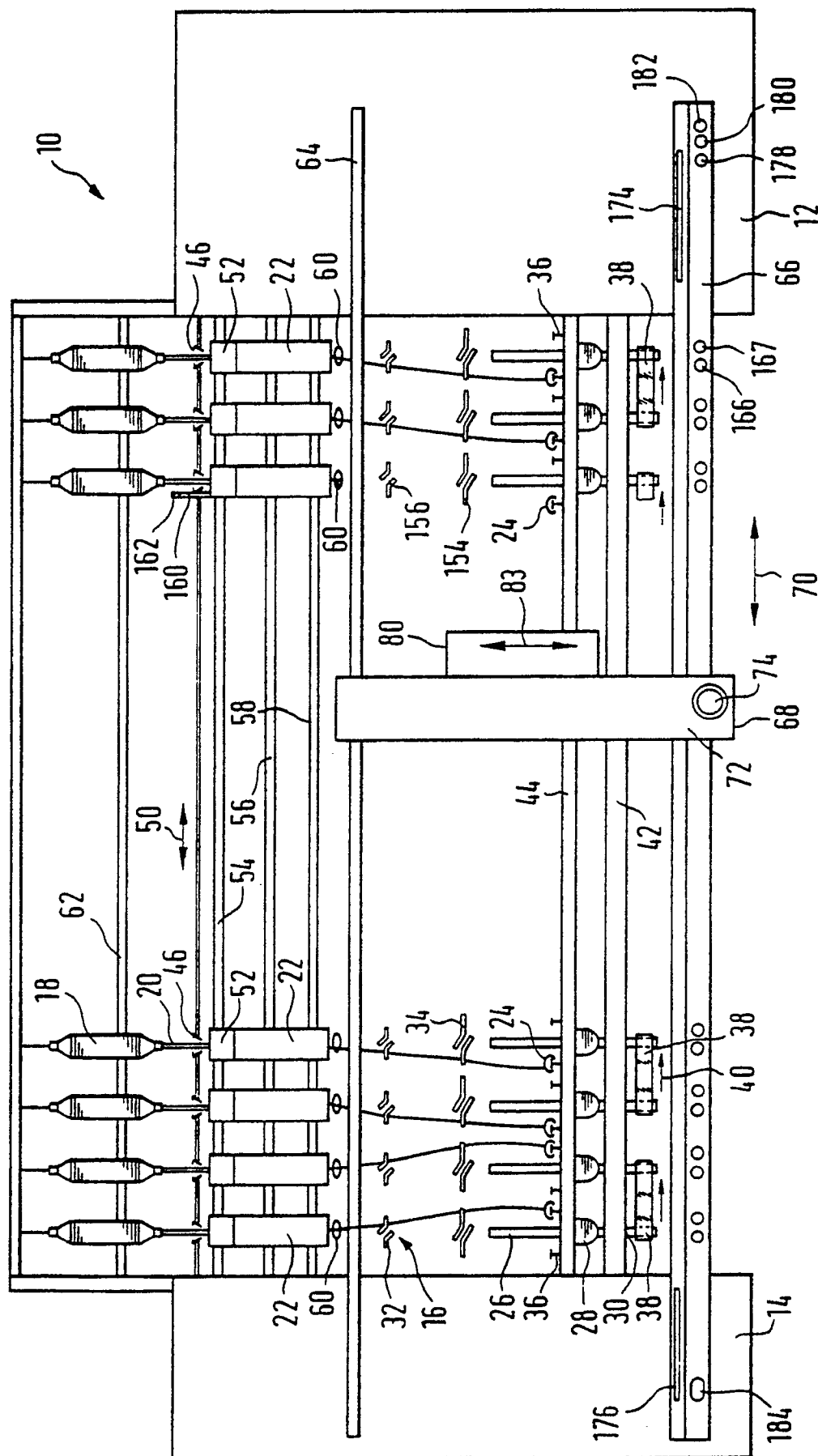


FIG. 2

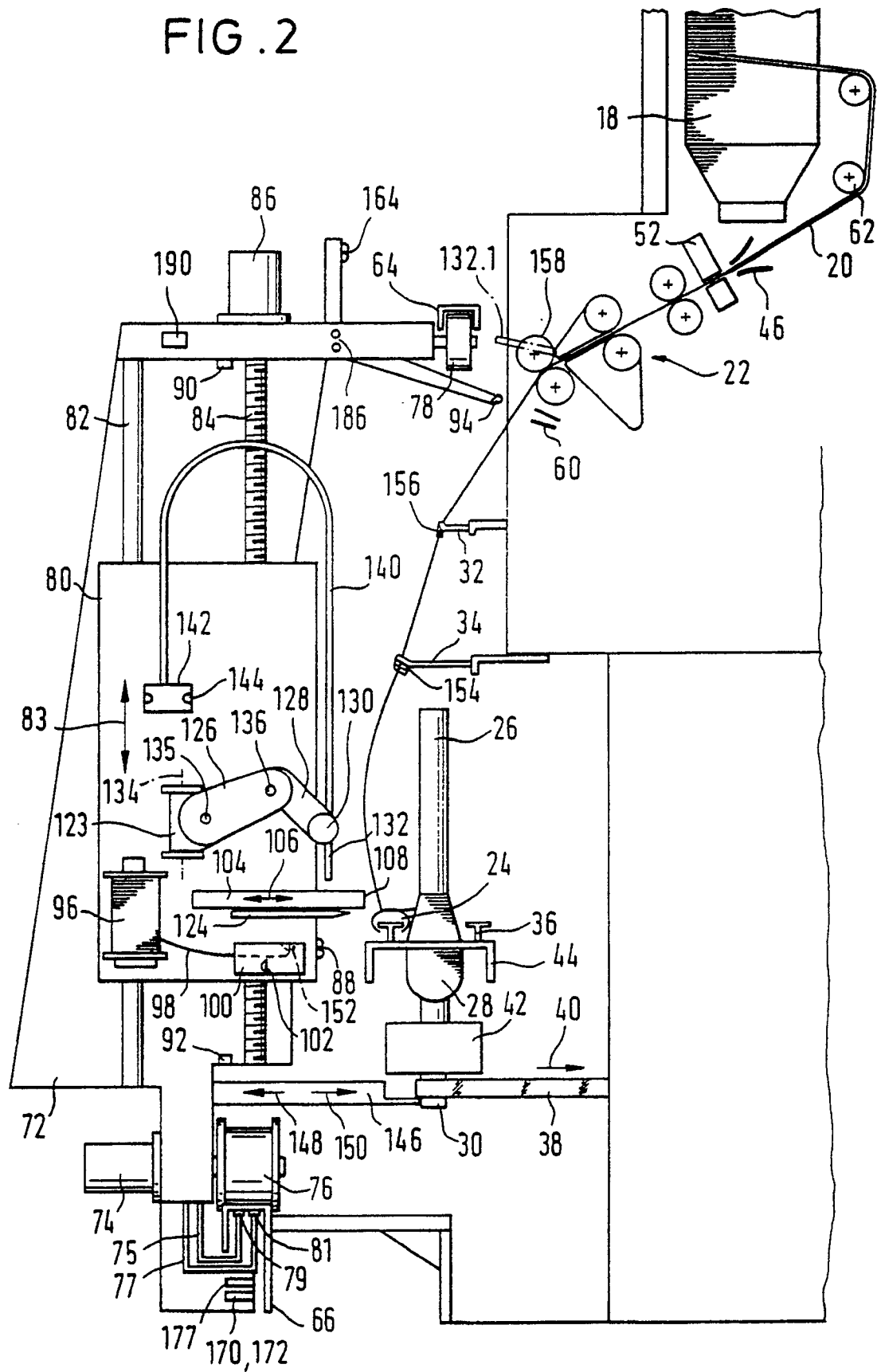


FIG. 3

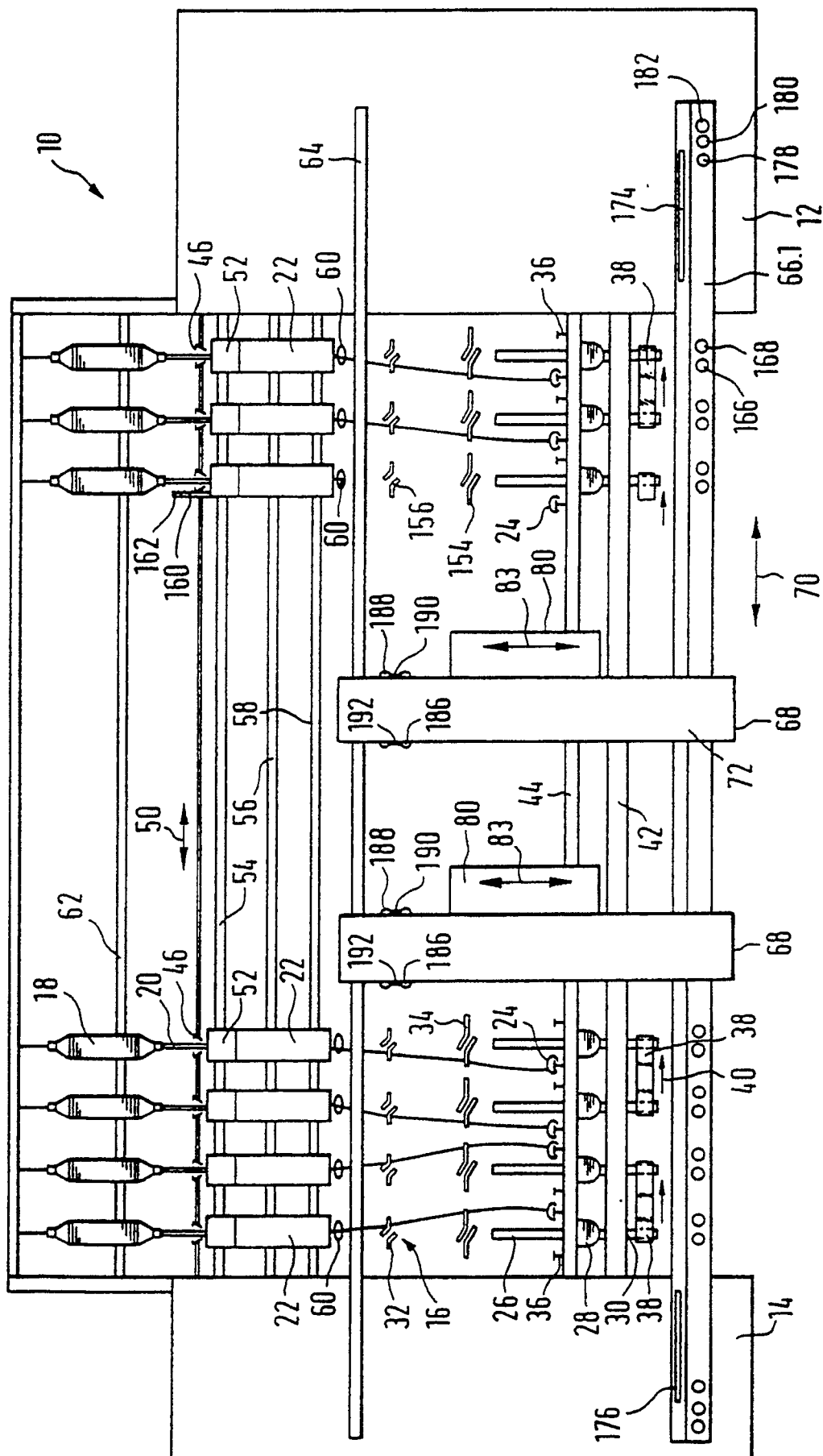


FIG. 4

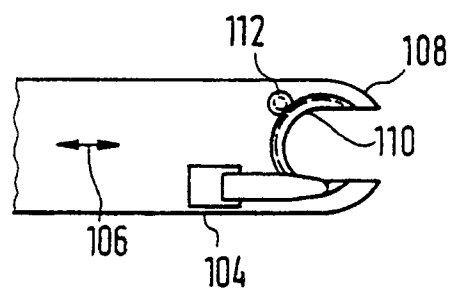


FIG. 5

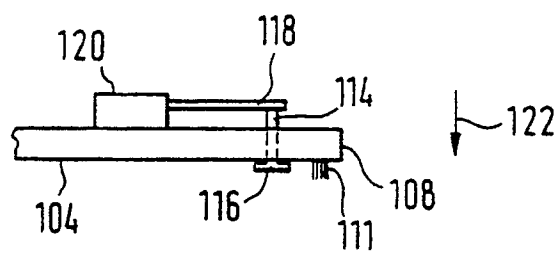


FIG. 6

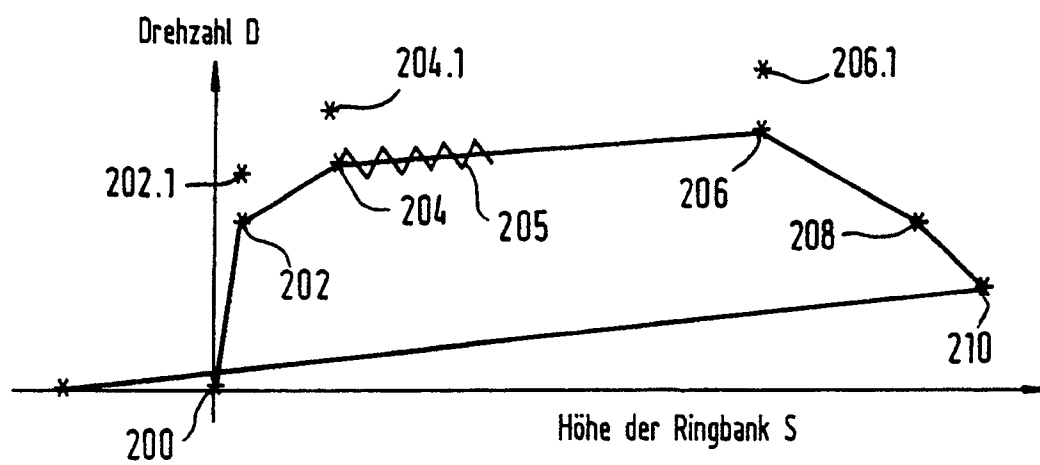


FIG. 7

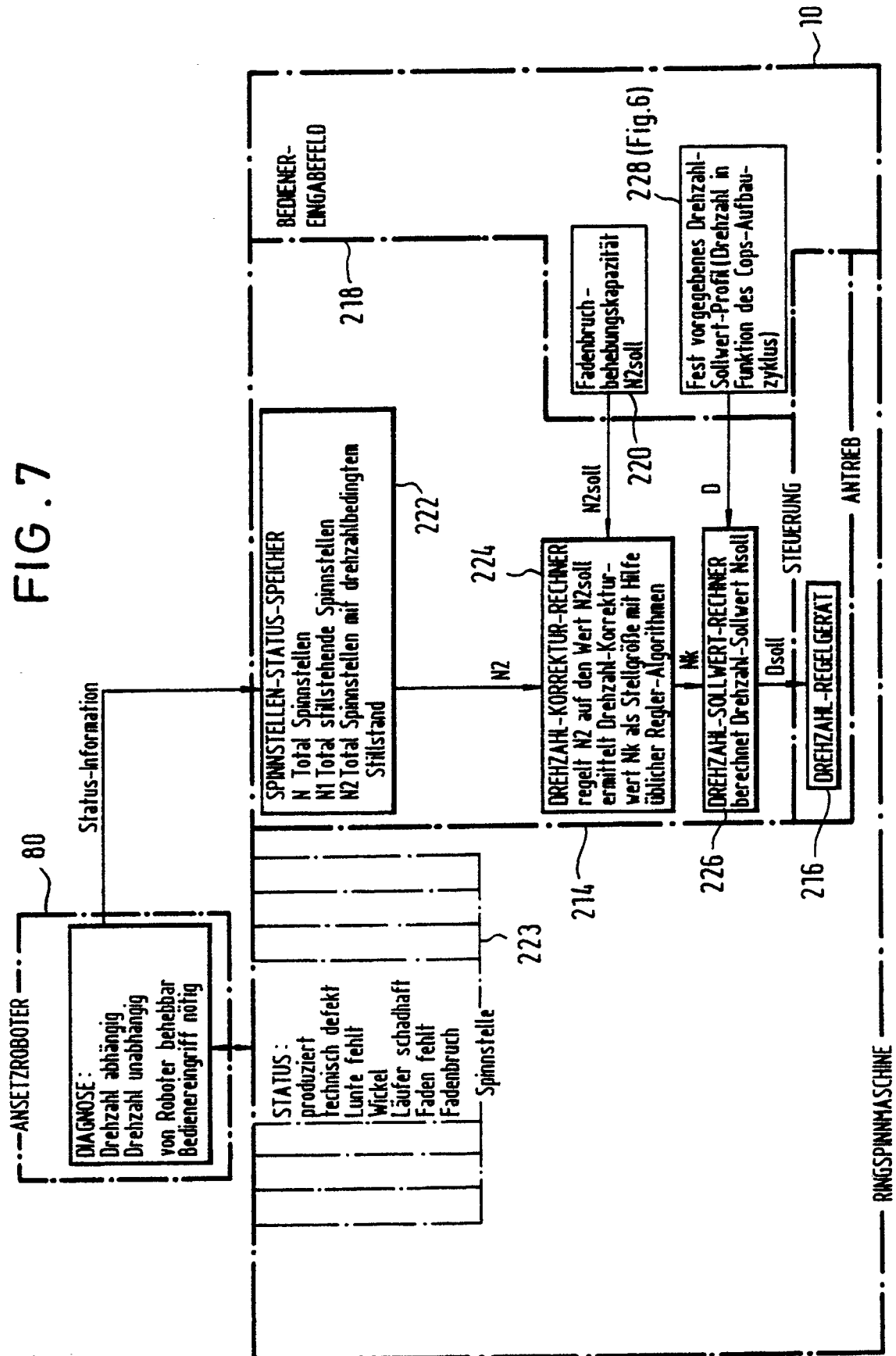


FIG. 8

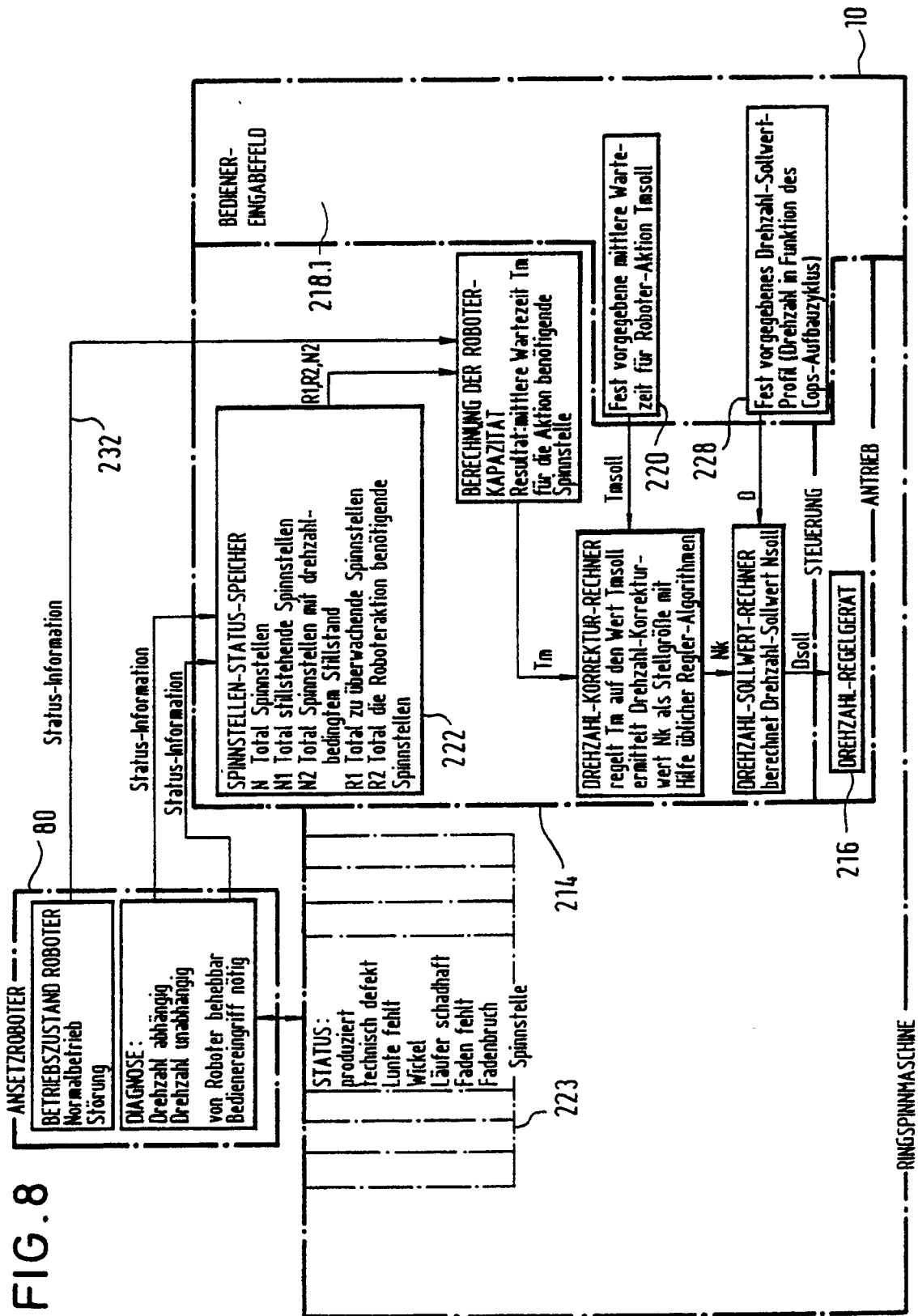


FIG. 9

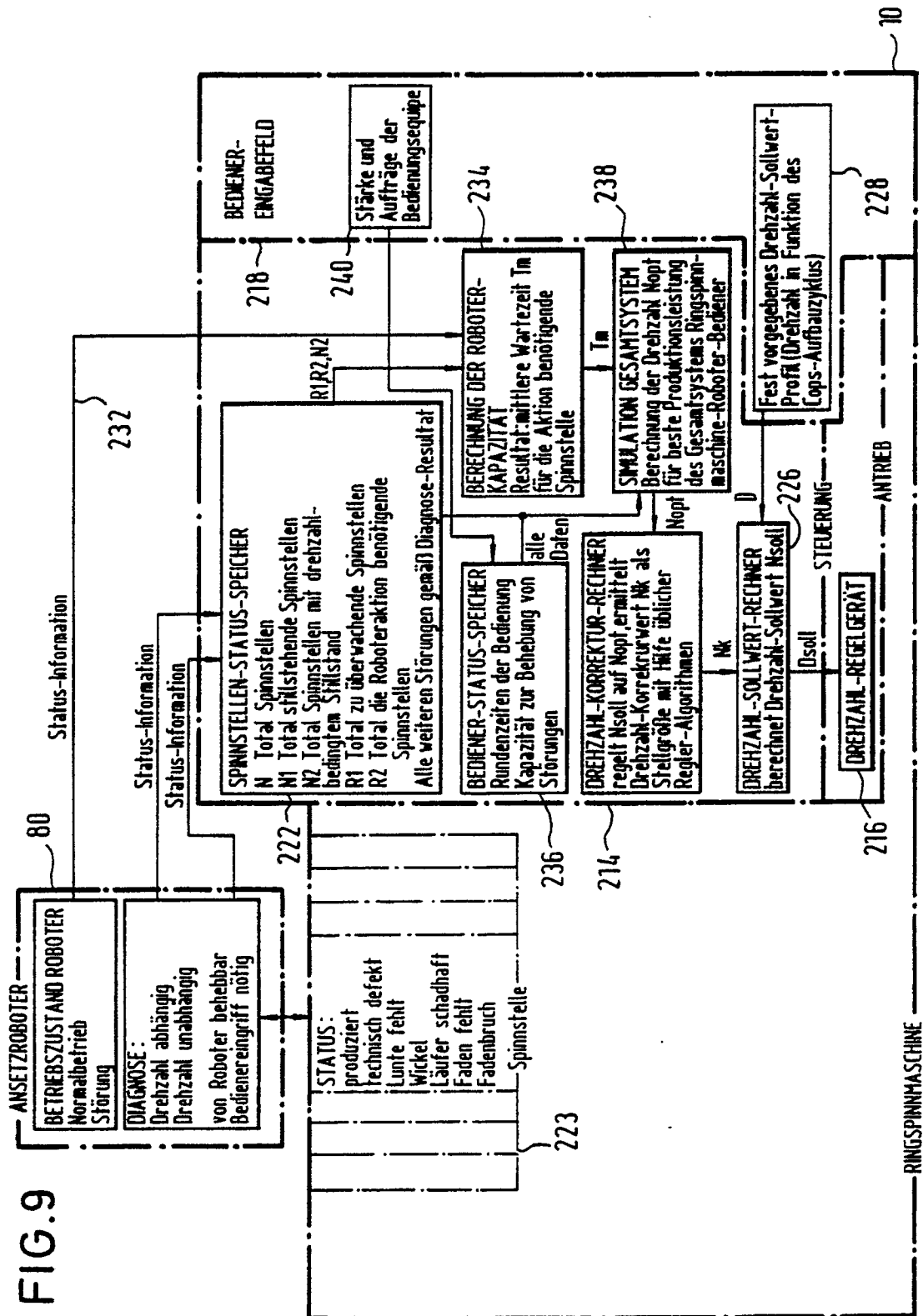


FIG. 10

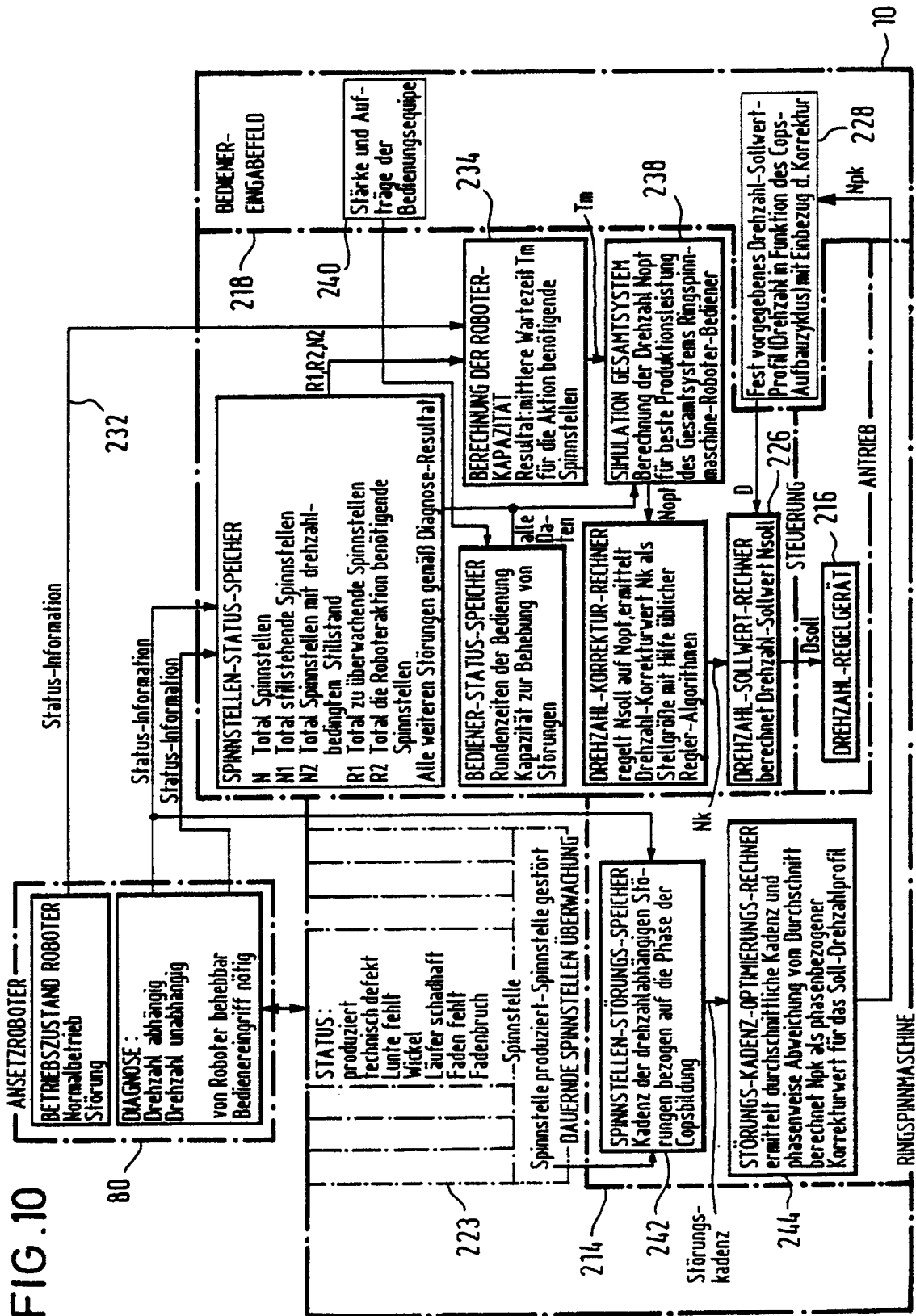
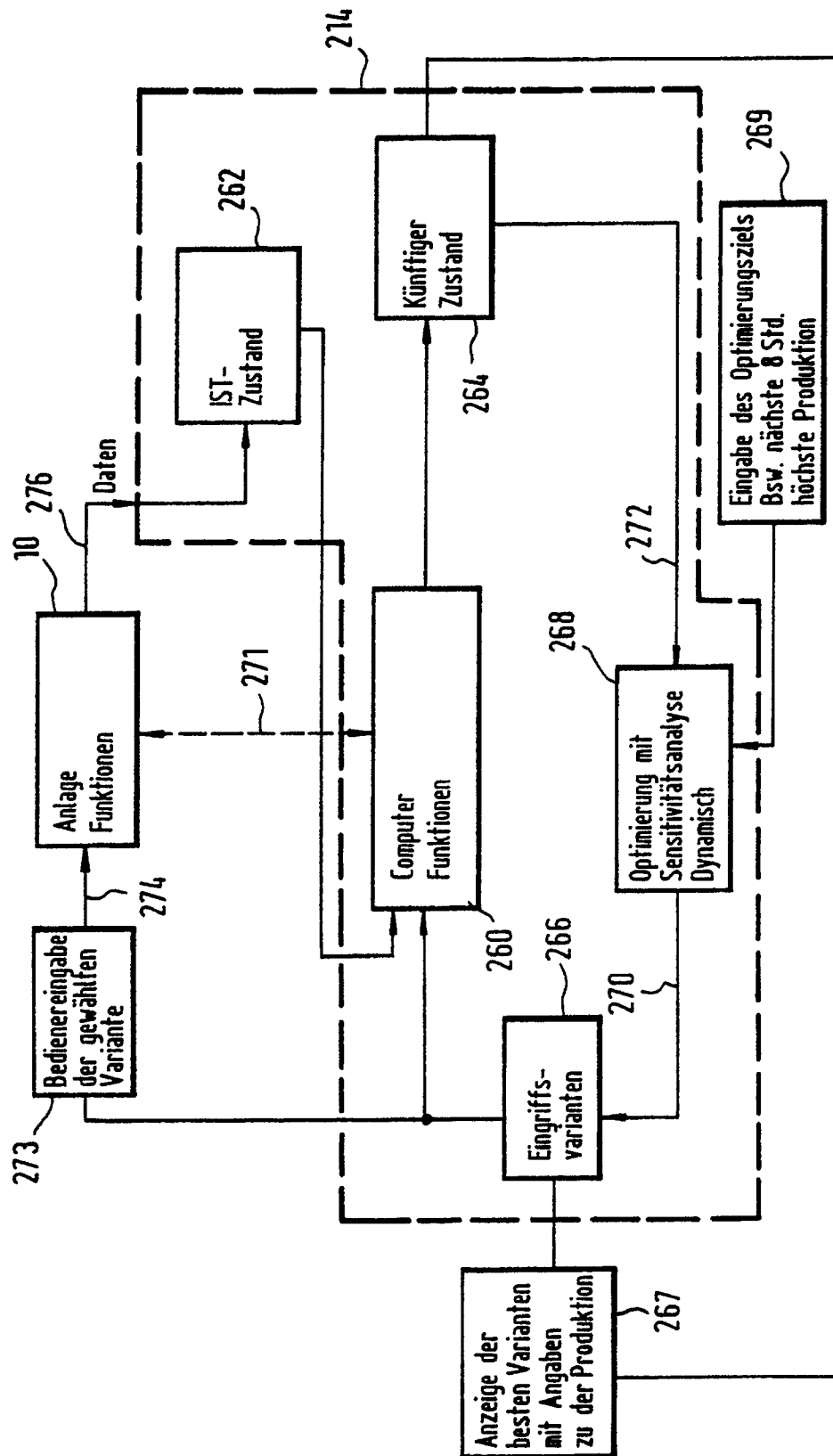


FIG. 11



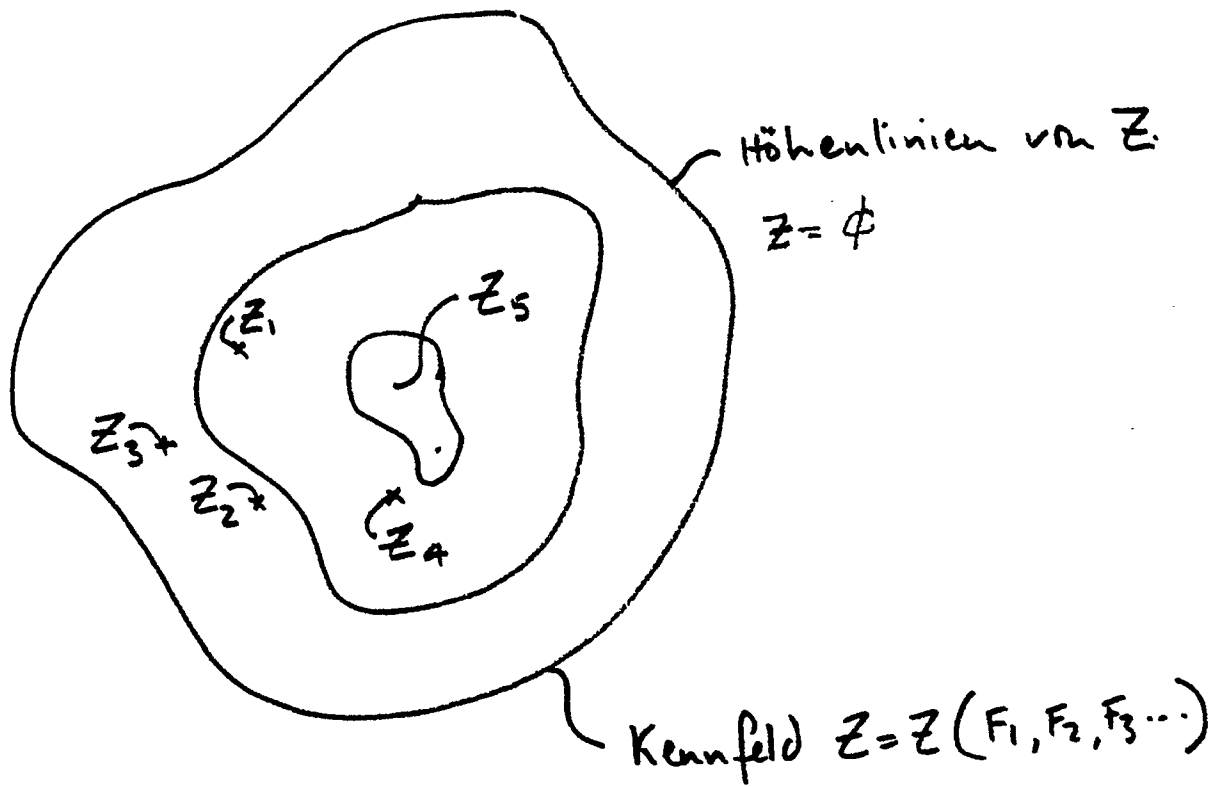
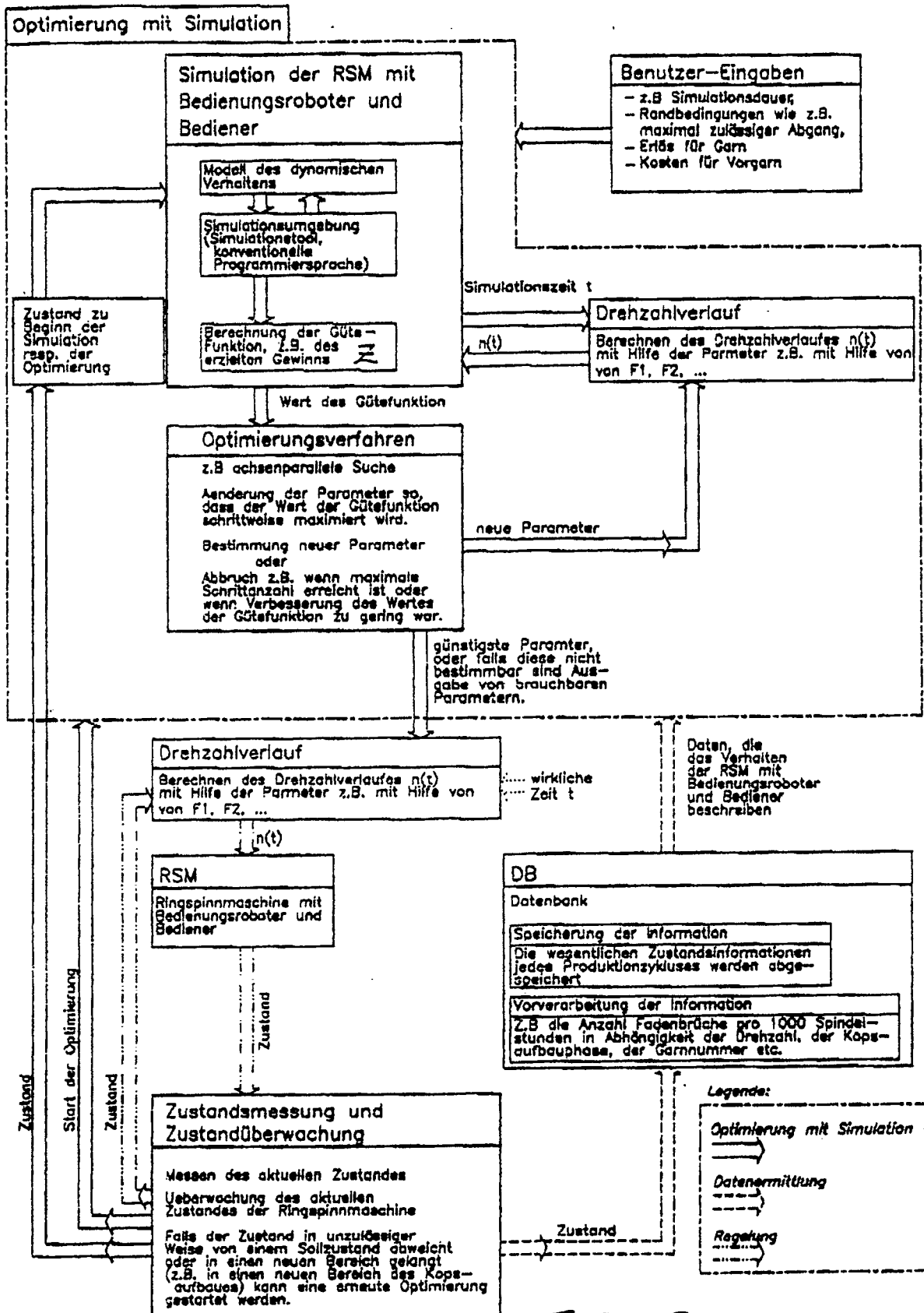


FIG. 12

Darstellung des Prinzips der Optimierung des Drehzahlverlaufes einer Ringspinnmaschine



-FIG 13

E. Resultate der Simulation (m: momentaner, t: totaler NutzEffekt)

05:15 00	m: 98.40	t: 98.76	Abzug: 02,	32.1%	Runde: 00:05 31
05:30 00	m: 98.80	t: 98.80	Abzug: 02,	38.5%	Runde: 00:04 58
05:45 00	m: 98.60	t: 98.79	Abzug: 02,	44.9%	Runde: 00:04 25
06:00 00	m: 98.60	t: 98.79	Abzug: 02,	51.3%	Runde: 00:04 58
06:15 00	m: 98.60	t: 98.79	Abzug: 02,	57.7%	Runde: 00:04 58
06:30 00	m: 98.40	t: 98.72	Abzug: 02,	64.1%	Runde: 00:04 58
06:45 00	m: 98.60	t: 98.71	Abzug: 02,	70.5%	Runde: 00:04 58
07:00 00	m: 98.60	t: 98.70	Abzug: 02,	76.9%	Runde: 00:04 58
07:15 00	m: 98.60	t: 98.77	Abzug: 02,	83.3%	Runde: 00:04 58
07:30 00	m: 98.40	t: 98.68	Abzug: 02,	89.7%	Runde: 00:04 58
07:45 00	m: 98.40	t: 98.67	Abzug: 02,	96.2%	Runde: 00:04 25
08:00 00	m: 98.20	t: 98.66	Abzug: 03,	0.0%	Runde: 00:04 25
08:15 00	m: 99.00	t: 98.64	Abzug: 03,	6.4%	Runde: 00:10 28
08:30 00	m: 99.40	t: 98.66	Abzug: 03,	12.8%	Runde: 00:05 31
08:45 00	m: 99.40	t: 98.68	Abzug: 03,	19.2%	Runde: 00:05 31
09:00 00	m: 99.00	t: 98.70	Abzug: 03,	25.6%	Runde: 00:05 31
09:15 00	m: 99.20	t: 98.73	Abzug: 03,	32.1%	Runde: 00:05 33
09:30 00	m: 99.40	t: 98.72	Abzug: 03,	38.5%	Runde: 00:05 00
09:45 00	m: 99.20	t: 98.74	Abzug: 03,	44.9%	Runde: 00:04 27
10:00 00	m: 99.20	t: 98.78	Abzug: 03,	51.3%	Runde: 00:04 27
10:15 00	m: 99.20	t: 98.80	Abzug: 03,	57.7%	Runde: 00:05 33
10:30 00	m: 99.00	t: 98.77	Abzug: 03,	64.1%	Runde: 00:05 00
10:45 00	m: 99.20	t: 98.77	Abzug: 03,	70.5%	Runde: 00:05 00
11:00 00	m: 99.00	t: 98.78	Abzug: 03,	76.9%	Runde: 00:05 03
11:15 00	m: 99.00	t: 98.83	Abzug: 03,	83.3%	Runde: 00:05 00
11:30 00	m: 98.80	t: 98.78	Abzug: 03,	89.7%	Runde: 00:05 33
11:45 00	m: 98.80	t: 98.84	Abzug: 03,	96.2%	Runde: 00:04 27
"	"	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"
28:00 00	m: 98.60	t: 98.69	Abzug: 08,	0.0%	Runde: 00:02 02
28:15 00	m: 98.20	t: 98.68	Abzug: 08,	6.4%	Runde: 00:10 59
28:30 00	m: 98.80	t: 98.68	Abzug: 08,	12.8%	Runde: 00:05 29
28:45 00	m: 98.80	t: 98.68	Abzug: 08,	19.2%	Runde: 00:05 29
29:00 00	m: 98.40	t: 98.68	Abzug: 08,	25.6%	Runde: 00:04 56
29:15 00	m: 98.60	t: 98.69	Abzug: 08,	32.1%	Runde: 00:05 29
29:30 00	m: 98.80	t: 98.68	Abzug: 08,	38.5%	Runde: 00:04 56
29:45 00	m: 98.80	t: 98.69	Abzug: 08,	44.9%	Runde: 00:04 23
30:00 00	m: 98.60	t: 98.68	Abzug: 08,	51.3%	Runde: 00:04 56

Zeit: 30:00 00 Aktueller Abzug: 08 Füllung: 51.3%
 Wirkungsgrad: m: 98.60 (986/1000) t: 98.68 (462.61/ 468.80 kg)
 ROBTER: Stellen angesponnen: 1499 stillgelegt: 21 (in Zeitnot: 00)
 Roboter hat Stelle längstens 13.3' warten lassen.
 Entstandene Wickel über 15.0': 00 Längster Wickel: 3.6'
 BEDIENER: (ganze Masch.) Stellen entstört: 36 Wickel entfernt: 12
 Bediener hat für Maschine 9.2' benötigt. (Auslastung 1.9 %)

FIG 14

LITERATURVERZEICHNIS

THEORIE DER AUTOMATIK II

- [1] A.P.Sage: Optimum Systems Control. Prentice Hall, 1968
- [2] M.Athans/P.L.Falb: Optimal Control. McGraw-Hill, 1966
- [3] C.W.Merriam III: Optimization Theory and the Design of Feed-back Control Systems. McGraw-Hill, 1964
- [4] McCausland: Introduction to Optimal Control. John Wiley, 1969
- [5] D.E.Kirk: Optimal Control Theory. Prentice Hall, 1970
- [6] R.F.Drenick: Die Optimierung linearer Regelsysteme. Verlag Oldenbourg, 1967
- [7] W.Frank: Mathematische Grundlagen der Optimierung. Verlag Oldenbourg, 1969
- [8] H. Kwakernaak, R. Sivan: Linear Optimal Control Systems, Wiley Interscience, 1972
- [9] Cadzow/Martens: Discrete Time and Computer Control Systems. Prentice Hall, 1970
- [10] D.Schultz/J.Melsa: State Function and linear control systems. McGraw-Hill, 1967
- [11] R.Oldenburger: Optimal Control. Holt, Rinehart und Winston, 1966
- [12] A.D.Pierre: Optimization Theory with Applications. John Wiley, 1969
- [13] B.Anderson/J.B.Moore: Linear Optimal Control. Prentice Hall, 1970
- [14] H.Bryson: Applied Optimal Control. Ginn and Co. 1969
- [15] Bazaraa/Shetty: Nonlinear Programming. John Wiley & Sons, 1979

FIG. 15



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 90 11 6285

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	GB-A-2 192 646 (TSENTRALNY NAUCHNO- ISSLENOVATELSKY INST. PROMYSHLENNOSTI LUBY- ANYKH VOLOKON) (TSNIIIV) * das ganze Dokument * - - -	1,17,18, 22	D 01 H 1/34 D 01 H 13/32
A,D	DE-A-2 140 067 (PARKS-KRAMER CO.) * das ganze Dokument * - - -	1,17,18, 22	
A	EP-A-0 321 124 (DAISHIN DENKO CO.) - - - - -		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			D 01 H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
Den Haag		09 November 90	
		Prüfer	
		RAYBOULD B.D.J.	
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: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze			
E: älteres Patentedokument, 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			