

(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 829/95

(51) Int.Cl.⁶ : **G05D 22/02**

(22) Anmeldetag: 16. 5.1995

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 5.1998

(45) Ausgabetag: 25. 1.1999

(56) Entgegenhaltungen:

US 3961568A GB 736686A GB 736590A DE 3328557A1
EP 258979A1

(73) Patentinhaber:

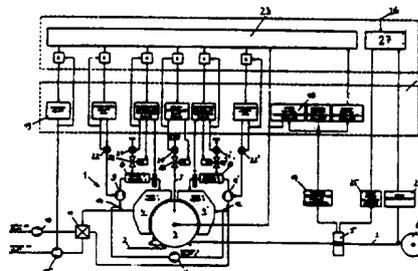
ANDRITZ-PATENTVERWALTUNGSGESELLSCHAFT M.B.H.
A-8045 GRAZ, STEIERMARK (AT).

(72) Erfinder:

CADEK WALTER DIPL.ING.
GRAZ, STEIERMARK (AT).
BAUBÖCK JÖRG DIPL.ING. DR.
GRAZ, STEIERMARK (AT).
PINTER REINHARD DIPL.ING. DR.
GRAZ, STEIERMARK (AT).

(54) VERFAHREN ZUR STEUERUNG UND/ODER REGELUNG EINES TROCKNUNGSPROZESSES, INSBESONDERE VON PAPIERTROCKNUNG

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung eines Trocknungsprozesses, insbesondere zur Papiertrocknung, bei dem verschiedene Energieströme zugeführt werden, wobei diese einzelnen Energieströme variabel sind. Sie ist vornehmlich dadurch gekennzeichnet, daß der Verbrauch der einzelnen Energieströme kontinuierlich gemessen und das Verhältnis der zugeführten Energieströme zueinander laufend schrittweise geändert wird, bis bei vorgegebenen spezifischen Kosten der Energiearten ein Minimum der Gesamtkosten erzielt wird. Die Erfindung betrifft weiters ein System zur Steuerung und/oder Regelung eines Trocknungsprozesses, insbesondere zur Papiertrocknung, mit einem Trockner, dem über unterschiedliche Energieströme die Trocknungsenergie zugeführt wird, das dadurch gekennzeichnet ist, daß dem Prozeßleitsystem zur Erzielung und Regelung einer gewünschten Produktqualität ein Optimierungssystem angeschlossen ist.



AT 404 641 B

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung eines Trocknungsprozesses zur Papiertrocknung, bei dem verschiedene Energieströme zugeführt werden, wobei diese einzelnen Energieströme variabel sind.

Derartige Verfahren werden zum Beispiel bei der Papiertrocknung eingesetzt, wobei die Trocknung einerseits durch Kontakttrocknung mittels eines dampfbeheizten Zylinders und andererseits durch Konvektionstrocknung mittels Aufblasen von heißer Luft erfolgt. Hierbei kann noch die Temperatur durch Gas erzeugt werden und die Luftmenge - bzw. Ausblasgeschwindigkeit wird durch einen Zuluftventilator mit elektrischem Antrieb erzeugt. Zur Regelung eines derartigen Prozesses gibt es verschiedenste Methoden wobei vor allem danach getrachtet wird, daß bei vorgegebenen Papiersorten die erforderliche Qualität hinsichtlich Trockengehalt und Oberflächenbeschaffenheit bei der entsprechenden Durchsatzmenge erreicht wird. Dazu wird vor allem die Maschinengeschwindigkeit bzw. die Energiezufuhr an Dampf (Dampfdruck, Dampfmenge) sowie Gastemperatur geregelt. In regelmäßigen Abständen, wie z.B. wöchentlich oder monatlich wird die in diesem Zeitraum verbrauchte Energie und deren Kosten nach Energieträgern in entsprechenden Berichten zusammengestellt. Meist läßt sich daraus keine Aussage über die spezifischen Energiekosten für ein bestimmtes Produkt treffen. Eine Minimierung der Energiekosten ist praktisch unmöglich, da Änderungen der Betriebsweise meist einen starken Einfluß auf das Ergebnis, d.h. den Trockengehalt bzw. auch die Durchsatzleistung haben. Bei kurzfristigem Wechsel der zu erzeugenden Produktqualität und auch bei kurzfristigen Änderungen der Energiepreise entweder durch andere Betriebsweise des firmeneigenen Kraftwerkes oder durch geänderte Strompreise ist eine Minimierung nicht durchführbar.

Die DE 33 28 557 A1 (Krantz) beschreibt ein Verfahren zur Wärmebehandlung von Textilgut. Hier wird eine Methode beschrieben, bei der ohne Messung der eigentlichen Temperaturen das Ende des Trocknungsprozesses und der Beginn des Fixierprozesses stattfinden. Eine Änderung einzelner Energieströme ist dieser Druckschrift nicht zu entnehmen. Weiters beschreibt die EP 0 258 979 A (Albers) eine Vorrichtung für gleichzeitigen Wärme- und Stoffaustausch, u.a. auch zur Trocknung. Es ist aber auch hier kein Hinweis auf die Regelung mehrerer Energieströme unter Konstanzhaltung der Trocknungsleistung zu entnehmen.

Die Erfindung hat es sich somit zum Ziel gesetzt, den Einsatz der einzelnen Energieströme bzw.- träger derart zu optimieren, daß die Gesamtenergiekosten ein Minimum ergeben.

Dies erfolgt erfindungsgemäß dadurch, daß der Verbrauch der einzelnen Energieströme kontinuierlich gemessen und zumindest zwei Energieströme derart verändert werden, daß keine Veränderung des Produktionszustandes erfolgt, wobei bei Verringerung eines Energiestromes mindestens ein anderer Energiestrom soweit verstärkt wird, daß die Trocknung insgesamt gleich bleibt. Durch das kontinuierliche Messen der Energieströme, deren aktuelle Verbrauchswerte auch angezeigt werden können und woraus auch die Gesamtenergiekosten laufend angezeigt werden können, kann rasch ein automatischer Vergleich verschiedener Fahrweisen in Bezug auf ihre Wirtschaftlichkeit und außerdem ein schnelles Reagieren auf Veränderungen erreicht werden, wobei die schrittweise Änderung der Aufteilung eine rasche Annäherung an das Minimum ergibt, ohne die Gefahr wieder in Bereiche höherer Gesamtenergiekosten hinein zu kommen. Weiters werden alle Einflüsse auf die Produktion und die Produktqualität ausgeschlossen, sodaß für einen gegebenen Produktionszustand eine Aufteilung der Energiezufuhr durch einzelne Energieströme auf ein Kostenminimum hin geregelt wird.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Änderung der Energieströme schrittweise erfolgt und nach jedem Schritt die Gesamtenergiekosten bestimmt und daraus die Schrittänderung für den nächsten Schritt bestimmt wird. Durch diese Vorgangsweise kann sehr rasch ein Kostenoptimum der Energieströme erreicht werden.

Eine günstige Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß der Energiestrom mit den höchsten Energiekosten verringert wird, wobei in weiterer Folge der Energiestrom mit den nächst höchsten Energiekosten verringert werden kann. So wird schon in der Regelungsphase immer eine Kostenreduktion bei gleichbleibender Qualität erreicht.

Eine Weiterbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Kosten bzw. spezifischen Kosten der einzelnen Energieströme veränderlich sind und laufend für die Regelung der Energieströme vorgegeben werden, wobei die aktuellen spezifischen Kosten direkt von einem angeschlossenen Prozeßleitsystem, einem anderen internen Rechnersystem oder einer Datenbank übernommen werden können. Speziell bei Änderungen der Kosten bzw. spezifischen Kosten für die einzelnen Energieströme kann durch eine laufende Vorgabe praktisch zu jedem Zeitpunkt ein Minimum der Trocknungskosten erzielt werden. Werden die aktuellen Werte vom angeschlossenen Prozeßleitsystem oder einem anderen internen Rechnersystem übernommen, kann z.B. auf die aktuellen Kosten der einzelnen Energieströme aus einem betriebsinternen Kraftwerk oder auf die zur Verrechnung verwendeten Energiekosten zurückgegriffen werden. Werden die Energiekosten aus einer Datenbank entnommen, kann z.B. in einfacher Weise auf regelmäßige Strompreis-

änderungen durch Tag-/Nachtstrom bzw. Sommer-/Wintertarif Rücksicht genommen werden.

Besonders vorteilhaft lassen sich die Energieströme regeln, wenn die einzelnen Energieströme durch unterschiedliche Energieformen, wie z.B. Dampf, Öl, Gas, el. Energie erzeugt werden. Werden die einzelnen Energieströme durch unterschiedliche Energieformen erzeugt kann ein wesentlich günstigeres Gesamtkostenminimum erzielt werden, als bei Veränderung von Energieströmen mit gleicher Energieart, wobei nur
5 der unterschiedliche Trocknungswirkungsgrad durch den jeweiligen Energiestrom die Energiekosten beeinflusst.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß bei einer vorgegebenen Änderung des Produktionszustandes, d.h. des Gesamtenergiebedarfes, alle Energieströme im vorhandenen
10 Verhältnis gleichmäßig geändert werden. Durch eine derartige Änderung der Energieströme ist eine schnelle Annäherung an das neue Gesamtkostenminimum gewährleistet.

Eine günstige Variante der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß bei einer vorgegebenen Änderung des Produktionszustandes, d.h. des Gesamtenergiebedarfes, bei einer Erhöhung des Bedarfes zuerst der Energiestrom mit den niedrigsten Kosten bzw. bei Verringerung des Bedarfes zuerst der Energiestrom
15 mit den höchsten Kosten verändert wird. Bei einer derartigen Änderung der Energieströme wird bei jedem Schritt in Richtung auf das neue Gesamtkostenminimum die kostengünstigste Aufteilung der Energieströme gefunden.

Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß bei Änderung der Produktion und/oder der Kosten der einzelnen Energieströme das Verhältnis der einzelnen Energieströme
20 entsprechend den Einstellungen bei Erreichung des Kostenminimums bei gleichen oder ähnlichen Produktionsparametern/Energiekosten von früheren Produktionszuständen als Startwert eingestellt und anschließend geregelt wird. Erfolgt eine Änderung der Produktionsdaten wie z.B. Blattgewicht oder Trocken-
gehalt, so führt diese zu einem wesentlich geänderten Trocknungsverhalten und einem stark geänderten Energiebedarf. Besonders vorteilhaft ist es daher, wenn auf Erfahrungswerte bei ähnlichen Produktionszu-
25 ständen zurückgegriffen wird, da sich diese sehr wahrscheinlich bereits nahe am gesuchten Gesamtkostenminimum befinden. Ähnliches gilt für eine plötzliche Änderung der Kosten einzelner Energieträger, wie dies z.B. bei Umstellung vom Tagstromtarif auf Nachtstromtarif (und umgekehrt) der Fall ist. Auch hier erweist es sich als besonders günstig, wenn auf Erfahrungswerte bei ähnlichen Parametern zurückgegriffen wird.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß bei Erreichung des
30 Kostenminimums bzw. einer Schranke eines der geregelten Energieströme ein weiterer Energiestrom geändert wird, wobei in besonders günstiger Weise zuerst zwei Energiearten variiert und nach Erreichen des Kostenminimums weitere Energiearten variiert werden können, bis das Gesamtkostenminimum erreicht ist. Durch diese Vorgangsweise werden systembedingte Grenzen, wie z.B. maximal zulässige Lufttemperaturen oder Dampfdrücke, nicht über- bzw. unterschritten sowie auch bei Erreichung eines "optimalen"
35 Verhältnisses zweier Energieströme ein Gesamtkostenminimum für die Trocknung erreicht.

Besonders günstig ist es, wenn die Schrittweite der Veränderung der Energieströme entsprechend den Änderungen des Ergebnisses vergrößert oder verringert werden. Damit ist durch eine größere Veränderung der Energieströme beim Anfahrvorgang bzw. nach einer Produktionsumstellung oder Energiekostenänderung ein rasches Auffinden der optimalen Aufteilung der Energieströme möglich. Beim Einschwingen auf
40 die optimale Aufteilung können dann kleinere Schrittweiten verwendet werden, wodurch Schwankungen im Betrieb vermieden werden.

Eine vorteilhafte Variante der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Veränderung der Energieströme an die Ansprechzeit der entsprechenden Stellvorgänge angepaßt wird. Durch Berücksichtigung der unterschiedlichen Ansprechzeiten wird eine ungewünschte Produktionsbeeinflussung vermieden.

Die Erfindung betrifft weiters ein System zur Steuerung und/oder Regelung eines Trocknungsprozesses, insbesondere zur Papiertrocknung, mit einem Trockner, dem über unterschiedliche Energieströme die Trocknungsenergie zugeführt wird. Erfindungsgemäß ist dem Prozeßleitsystem zur Erzielung und Regelung einer gewünschten Produktqualität ein Optimierungssystem angeschlossen. Durch die Trennung von
50 Prozeßleitsystem und Optimierungssystem kann erreicht werden, daß die Produktionseinstellungen konstant bleiben und lediglich die Aufteilung der Trocknungsenergie auf die einzelnen Energieströme und/oder Energiearten variiert und hinsichtlich der Kostenminimierung optimiert wird. Weiters kann dadurch das bisherige System erhalten bleiben und die Trocknungsanlage gegebenenfalls auch ohne Optimierungssystem betrieben werden.

Eine günstige Weiterbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß das Optimierungssystem
55 aus einer Steuereinheit mit Signalerfassung und einem Optimierungsrechner zur Variation der Energieströme zur Erreichung eines Kostenminimums besteht. Durch eine derartige Ausgestaltung läßt sich die Signalerfassung und Erfassung der entsprechenden Energiestromdaten von der eigentlichen Optimierung vorteilhaft trennen, sodaß auch bei Ausfall des Optimierungsrechners noch ein störungsfreier Betrieb

möglich ist, wobei durch Handsteuerung eine Annäherung an das Gesamtkostenminimum möglich ist.

Die Erfindung wird nun im folgenden anhand von Zeichnungen beispielhaft beschrieben, wobei Fig. 1 ein Gesamttrocknersystem einer Tissuemaschine mit den entsprechenden Reglern und Fig. 2 das Ablaufschema der Regelung der einzelnen Energieströme darstellt.

5 Fig. 1 stellt als Beispiel eines Trocknungsprozesses mit Einsatz unterschiedlicher Energieströme und -arten eine Tissue-trocknungsanlage dar, bei der das Verfahren und das System bevorzugt angewandt wird. Der Trocknungsanlage 1 wird hierbei das Papier 2 zugeführt und über einen dampfbeheizten Trocknungs-
 zylinder 3 geleitet, wobei heiße Luft aus sogenannten Trocknungshauben 4, 4' auf das Papier aufgeblasen wird. Das Papier 2 wird in weiterer Folge durch ein on line Qualitätsmeßsystem 5 geleitet und auf einem
 10 Roller 6 aufgerollt. Die Trocknungsenergie wird einerseits dem Trocknungszylinder 3 über eine Dampflei-
 tung 7, andererseits über Heißluft, die durch Gasbrenner 8, 8' aufgeheizt und durch Ventilatoren 9, 9' aufgeblasen wird zugeführt. Über einen Zuluftventilator 10 wird Frischluft über einen sogenannten Abluftwär-
 metauscher 11 geleitet und vorgewärmt und in weiterer Folge dem Ventilator 9' der zweiten Haubenhälfte zugeleitet. Dieser Frischluft wird aus der Abluftleitung 12 der zweiten Haubenhälfte zugemischt. Der Rest
 15 der Abluft wird über einen Abluftventilator 13 dem Ventilator 9 zugeleitet und dort mit Abluft 14 aus der ersten Haubenhälfte vermischt. Der Rest der Abluft 14 wird mittels eines Abluftventilators 15 über den
 Abluftwärmetauscher 11 geleitet, in dem die Wärmeenergie zur Aufheizung der Frischluft verwendet wird. Das Prozeßleitsystem 16 erhält vom Qualitätsmeßsystem 5 laufend Werte der Feuchte der Papierbahn, die
 mit dem Sollwert verglichen wird und über eine Geschwindigkeitsregelung 18 des Antriebs des Trocknungs-
 20 zylinders 3 und somit der gesamten Trocknungsanlage 1 geregelt wird. Weiters kann durch eine Abluftrege-
 lung 19, die den Abluftventilator 15 und somit die Abluftmenge regelt, eine optimale Energienutzung zur
 Trocknung erreicht werden. Die bisher beschriebene Regelung ist produktbezogen und berücksichtigt die
 Energiekostensituation nicht. Der aktuelle Energieeinsatz der einzelnen Energieströme wird durch eine
 25 Dampf-mengenmessung 20, Gasmengenmessung 21, 21' und Stromverbrauchmessung 22, 22' der Ventila-
 toren 9, 9' bestimmt. Es kann auch der Verbrauch anderer Energiearten wie z.B. Öl gemessen werden. Die
 gemessenen Verbrauchswerte werden einerseits dem Prozeßleitsystem 16 andererseits aber auch dem
 Optimierungssystem 23 übermittelt. Zur Minimierung der Gesamtenergiekosten wird laufend die Bahnge-
 schwindigkeit 24 und das Flächengewicht 25 gemessen und somit die Produktionsmenge festgestellt. Durch
 30 Eingabe 26 der aktuellen Energiekosten bzw. spezifischen Energiekosten 26, die entweder von Hand
 vorgegeben, aus einer Datenbank entnommen oder aus einem Prozeßrechner direkt übernommen werden
 können, können jederzeit die aktuellen Gesamtenergiekosten 27 ermittelt werden. Abhängig vom vorherge-
 henden Optimierungsschritt werden dann die einzelnen Energieströme laufend variiert. Besonders effizient
 kann der Optimierungsrechner arbeiten, wenn die Trocknungskapazität nicht bis zum äußersten ausgenützt
 35 und somit die systembedingten Grenzen nicht so schnell erreicht werden, wodurch noch ein entsprechen-
 der Optimierungsspielraum besteht. Dies trifft für viele Anlagen und bei vielen Produktionszuständen zu.
 Zusätzlich gibt die permanente Anzeige der aktuellen Gesamtenergiekosten 27 eine wirksame Kontrollmög-
 lichkeit der Betriebsweise und auch des Anlagenzustandes.

Die Regelung erfolgt nun derart, daß der Anteil der Energiearten elektrische Gas- bzw. Öl und
 40 Dampfenergie automatisch variiert wird, bis das Gesamtenergiekostenminimum gefunden ist. Alle anderen
 Produktionseinstellungen bleiben konstant, sodaß die Maschinensteuerung wie gewohnt durch das Prozeß-
 und Qualitätsleitsystem 5, 16, 17, 18 erfolgt.

Die Optimierung beginnt mit Startwerten, die z.B. aus früheren Optimierungsvorgängen stammen
 können. Alle Schritte der Kostenminimierung werden produktionsneutral, d.h. ohne Veränderung des
 45 Produktionszustandes, ausgeführt. Dazu wird bei Verringerung eines Energiestromes ein anderer Energie-
 strom, vorteilhaft mit anderer Energieart, soweit verstärkt, daß die Trocknung insgesamt gleich bleibt.
 Beispielsweise wird eine Verringerung der Ausblasgeschwindigkeit (elektrische Energie) durch eine entspre-
 chende Erhöhung des Dampfdruckes oder der Blaslufttemperatur (Gas- bzw. Ölenergie) kompensiert.

Nach Abschluß eines Optimierungsschrittes wird ein Vergleich der Energiekosten 27 mit jenen des
 vorhergehenden Zustandes durchgeführt. Je nachdem, ob damit eine Verbilligung oder Verteuerung
 50 eingetreten ist, wird daraus die Veränderung für den nächsten Optimierungsschritt abgeleitet. Ist das
 Optimum, d.h. das Kostenminimum für die Variation der beiden Energiearten gefunden, wird das gleiche in
 rascher Folge mit allen Parametern durchgeführt, sodaß ein optimiertes Gesamtergebnis zustandekommt.

Durch eine adaptive Anpassung der Suchschritte kann eine größere Verstellung in kurzer Zeit erfolgen,
 was ein rasches Auffinden des Kostenminimums beim Anfahren ermöglicht. Beim Einschwingen auf das
 55 Optimum wird auf kleinere Schrittweiten umgeschaltet, um keine Schwankungen im Betrieb zu bewirken.
 Das System wird vorteilhaft mit "Fuzzy-Logic-Methoden" unterstützt, sodaß es sich um ein selbstlernendes
 System handelt, wodurch die Optimierungsdauer bis zur Erreichung des Kostenminimums wesentlich
 verringert wird.

Fig. 2 stellt nun anhand eines Beispielles den Ablauf der Regelung der einzelnen Energieströme dar. In einem ersten Schritt sollen das Verhältnis von Dampfverbrauch zu Gasverbrauch hinsichtlich des Kostenminimums optimiert werden. Beim Anfahren werden die einzelnen Parameter, wie Dampfdruck und Ausblasttemperatur(en), durch die der jeweilige Energieeinsatz bestimmt wird, beispielsweise von früheren gleichen oder ähnlichen Produktionszuständen übernommen. Im späteren Verlauf ist der Startwert der jeweils letzte gespeicherte Wert des entsprechenden Parameters. Es wird nun ein erstes Ergebnis der Gesamtenergiekosten ermittelt. Nun wird die der Dampfdruck um eine Schrittweite verringert und gleichzeitig die Ausblasttemperatur um eine Schrittweite erhöht, sodaß die Gesamtänderung produktionsneutral ist. Die Wahl, ob ein Parameter erhöht oder verringert werden soll, kann auch von der Energiekostensituation abhängig gemacht werden, d.h. bei hohen Dampfkosten wird der Dampfdruck reduziert, bei hohen Gas- bzw. Ölkosten wird die Ausblasttemperatur verringert.

Nach erfolgter Änderung werden abhängig von der Änderung der Parameter und des Ergebnisses (besser/schlechte) die Parameter in gleicher Richtung oder in umgekehrter Richtung verändert. Wurde z.B. der Dampfdruck erhöht und die Ausblasttemperatur verringert folgt man dem linken Pfeil der 1. Abfrage. War das Ergebnis erfolgreich, d.h. wurden geringere Energiekosten erzielt, so folgt man bei der 2. Abfrage ebenfalls dem linken Pfeil und die Parameter werden in gleicher Weise erneut um eine Schrittweite verändert. War das Ergebnis erfolglos, d.h. die Energiekosten wurden erhöht, so folgt man bei der 2. Abfrage dem rechten Pfeil und die Parameter werden in entgegengesetzter Richtung geändert. Es kann hier nun auch die Schrittweite der Änderung verringert werden, da angenommen wird, daß sich das Kostenminimum zwischen den beiden letzten Werten befindet und eine Veränderung um die selben Schrittweiten nur wieder zum vorherigen Ergebnis zurückführen würde. Nach der Änderung der Parameter wird eine gewisse Wartezeit eingehalten, um die Ansprechzeit der Stellvorgänge abzuwarten. Ergibt sich ein neuer Kostenwert innerhalb vorgegebener Schranken, wird das Verhältnis zweier anderer Energieströme, z.B. elektrische Energie (Ausblassgeschwindigkeit) und Gas (Ausblasttemperatur), unter Beibehaltung des bereits erzielten Verhältnisses Dampfenergie zu Gas- bzw. Ölergieeinsatz verändert. Dies erfolgt solange, bis auch hier ein Kostenminimum erreicht ist, Anschließend wird erneut das Verhältnis von Dampfenergie zu Gas-bzw. Ölergie optimiert.

Die Erfindung ist nicht auf die Beispiele beschränkt. Es kann vielmehr auch die Trocknung bei einer Mehrzylinderpapiermaschine geregelt werden. Hier kann in vermehrtem Maße auch bei konstanten spezifischen Energiekosten eine Kostenoptimierung durch Optimierung der einzelnen Energieströme auch in den einzelnen Trockengruppen erreicht werden. Auch können andere Trocknungsvorgänge wie z.B. Infrarot-trocknung in die Regelung integriert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung eines Trocknungsprozesses zur Papiertrocknung, bei dem verschiedene Energieströme zugeführt werden, wobei diese einzelnen Energieströme variabel sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Verbrauch der einzelnen Energieströme kontinuierlich gemessen und zumindest zwei Energieströme derart verändert werden, daß keine Veränderung des Produktionszustandes erfolgt, wobei bei Verringerung eines Energiestromes mindestens ein anderer Energiestrom soweit verstärkt wird, daß die Trocknung insgesamt gleich bleibt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Änderung der Energieströme schrittweise erfolgt und nach jedem Schritt die Gesamtenergiekosten bestimmt und daraus die Schrittänderung für den nächsten Schritt bestimmt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Energiestrom mit den höchsten Energiekosten verringert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß in weiterer Folge der Energiestrom mit den nächst höchsten Energiekosten verringert wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kosten bzw. die spezifischen Kosten pro Energieeinheit der einzelnen Energieströme veränderlich sind und laufend für die Regelung der Energieströme vorgegeben werden.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die aktuellen spezifischen Kosten der einzelnen Energieströme laufend direkt von einem angeschlossenen Prozeßleitsystem, einem anderen

AT 404 641 B

betriebsinternen Rechnersystem oder einer Datenbank übernommen und für die Regelung des Verhältnisses der Energieströme vorgegeben werden.

- 5
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die einzelnen Energieströme durch unterschiedliche Energieformen, wie z.B. Dampf, Öl, Gas, el. Energie erzeugt werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei einer vorgegebenen Änderung des Produktionszustandes, d.h. des Gesamtenergiebedarfes, alle Energieströme im vorhandenen Verhältnis gleichmäßig geändert werden.
- 10
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei einer vorgegebenen Änderung des Produktionszustandes, d.h. des Gesamtenergiebedarfes, bei einer Erhöhung des Bedarfes zuerst der Energiestrom mit den niedrigsten Kosten bzw. bei Verringerung des Bedarfes zuerst der Energiestrom mit den höchsten Kosten verändert wird.
- 15
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei Änderung der Produktion und/oder der Kosten der einzelnen Energieströme das Verhältnis der einzelnen Energieströme entsprechend den Einstellungen bei Erreichung des Kostenminimums bei gleichen oder ähnlichen Produktionsparametern/Energiekosten von früheren Produktionszuständen als Startwert eingestellt und anschließend geregelt wird.
- 20
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei Erreichung des Kostenminimums bzw. einer Schranke eines der geregelten Energieströme ein weiterer Energiestrom geändert wird.
- 25
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß zuerst zwei Energiearten variiert und nach Erreichen des Kostenminimums weitere Energiearten variiert werden, bis das Gesamtkostenminimum erreicht ist.
- 30
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schrittweite der Veränderung der Energieströme entsprechend den Änderungen des Ergebnisses vergrößert oder verringert werden.
- 35
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Veränderung der Energieströme an die Ansprechzeit der entsprechenden Stellvorgänge angepaßt wird.
- 40
15. System zur Steuerung und/oder Regelung eines Trocknungsprozesses zur Papiertrocknung, mit einem Trockner, dem über unterschiedliche Energieströme die Trocknungsenergie zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Prozeßleitsystem zur Erzielung und Regelung einer gewünschten Produktqualität ein Optimierungssystem angeschlossen ist, wobei Meßgeräte zur Erfassung der Mengen der einzelnen Energieströme sowie Einrichtungen zur Regelung dieser Energieströme vorgesehen sind.
- 45
16. System nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Optimierungssystem aus einer Steuereinheit mit Signalerfassung und einem Optimierungsrechner zur Variation der Energieströme in Abhängigkeit des Ergebnisses der vorhergehenden Änderung der Energieströme besteht.

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

50

55

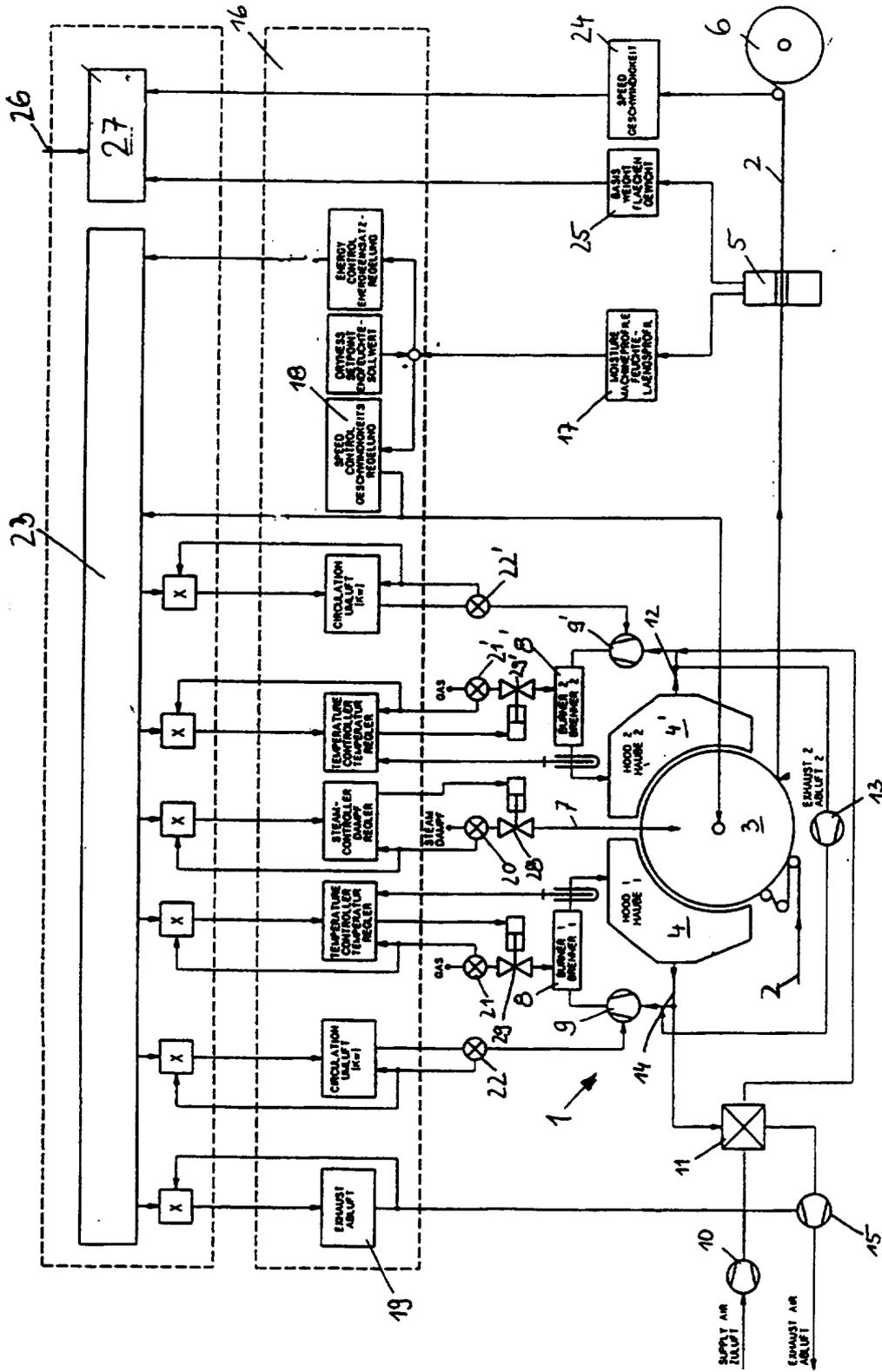


Fig. 1

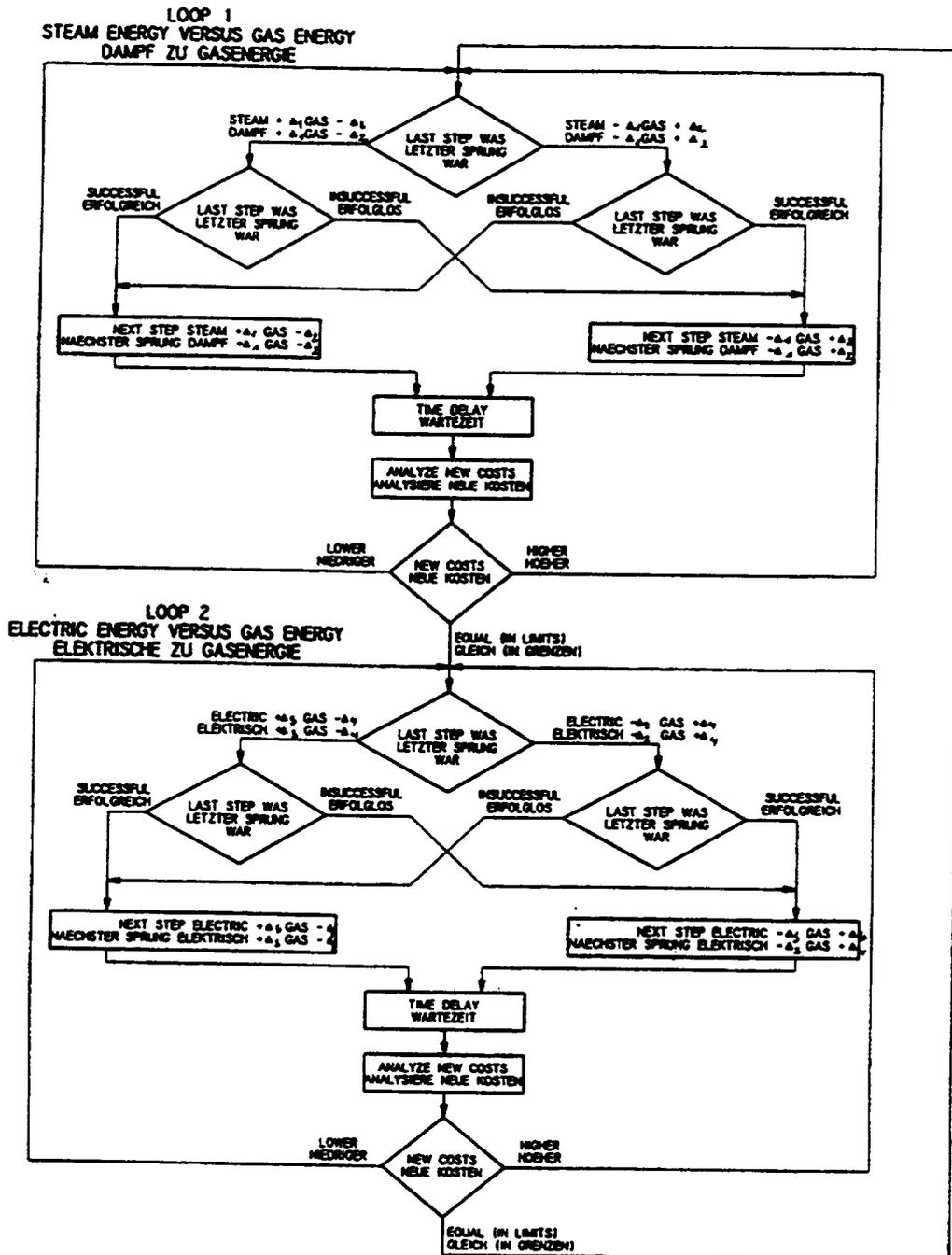


Fig. 2