



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 492 364 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **91121599.4**

51 Int. Cl.⁵: **D21C 7/12, D21C 3/22**

22 Anmeldetag: **17.12.91**

30 Priorität: **21.12.90 DE 4041456**

71 Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
Wittelsbacherplatz 2
W-8000 München 2(DE)

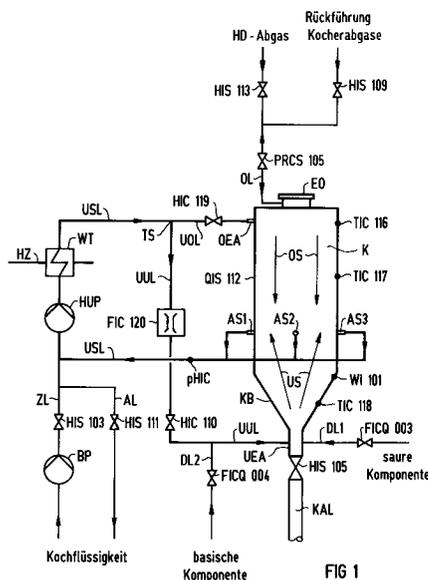
43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.07.92 Patentblatt 92/27

72 Erfinder: **Furumoto, Herbert, Dr.**
Schenkstrasse 146
W-8520 Erlangen(DE)

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB LI SE

54 **Prozessleitsystem zur Steuerung der Herstellung von Zellstoff in einem diskontinuierlich arbeitenden Kocher.**

57 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde die Kochung so zu steuern, daß eine gewünschte Zellqualität möglichst gleichzeitig mit dem Erreichen eines vorgegebenen Kochzeitendpunktes zur Verfügung steht. Hierzu dient ein Prozeßleitsystem. Dieses enthält erste Mittel, welche zur Homogenisierung der Startbedingungen den Quotienten aus der Masse mindestens eines Bestandteiles der Kochflüssigkeit bezogen auf die trockene Holzmasse im Kocher insbesondere durch Nachdosieren bzw. Ausgasen mindestens einer Kochflüssigkeitskomponente oder dosiertes Ablassen von Kochflüssigkeit einem Sollwert nachführen. Zweite Mittel beaufschlagen den Kocher mit einem Druckimpuls, während dritte Mittel durch Beeinflussung des Umwälzstromes der Kochflüssigkeit größere Temperaturdifferenzen im Kocher vermeiden. Weitere vierte Mittel bewirken unter Zuhilfenahme einer nachgebildeten Zellstoffqualitätsmaßzahl eine Voreinstellung der Kochtemperatur. Schließlich können fünfte Mittel vorgesehen sein, welche bei unveränderter Kochtemperatur den zum Erreichen der Zellstoffqualität notwendigen Kochzeitendpunkt fein anpassen. Hierzu wird der aktuelle Zustand der Kochflüssigkeit insbesondere durch eine Extinktionsmessung und/oder der Istwert einer Zellstoffqualitätsmaßzahl gemessen.



EP 0 492 364 A1

Die Erfindung betrifft ein Prozeßleitsystem zur Steuerung der Herstellung von Zellstoff in einem diskontinuierlich arbeitenden Kocher.

Die Herstellung von Zellstoff wird häufig diskontinuierlich in geschlossenen Zellstoffkochern durchgeführt. Hierzu wird der Kocher bis zum oberen Rand mit Hackschnitzeln, d.h. zerkleinertem Holz, angefüllt. Hierdurch kann nahezu das ganze zur Verfügung stehende Volumem des Zellstoffkochers ausgenutzt werden. Anschließend wird der Kocher mit Kochflüssigkeit bis zum Überlaufen gefüllt. Diese vollständige Abdeckung der im Kocher befindlichen Hackschnitzelmasse mit Kochflüssigkeit ist für den ordnungsgemäßen Aufschluß der Hackschnitzel zu Zellstoff notwendig. Nun wird der Kocher geschlossen und der technologische Aufschluß der aktuell im Kocher befindlichen Charge an Hackschnitzeln kann beginnen, indem der Kocherinhalt allmählich aufgeheizt wird.

Zur Steuerung des Herstellungsprozesses dient mindestens ein sogenanntes "Prozeßleitsystem". Dieses kann aus speicherprogrammierbaren Steuerungen und/oder Prozeßrechnern und/oder intelligenten Kompaktreglern u.ä. bestehen.

Die zu Beginn einer jeder Kochung vorliegenden Startbedingungen unterliegen in der Praxis erheblichen Schwankungen. Wesentliche Störfaktoren gehen dabei zunächst von den beiden Haupteintragsstoffen aus, d.h. von der in den Kocher eingefüllten Hackschnitzelmasse und der Kochflüssigkeit. So treten pro Charge zum einen insbesondere Schwankungen in der Qualität des zu Hackschnitzeln verarbeiteten Holzes, Schwankungen in der Größenverteilung und Feuchte der Hackschnitzel und schließlich Schwankungen in der Füllichte der eingefüllten Hackschnitzelmasse auf. Aufgrund der Variation dieser Parameter unterliegt schließlich die sogenannte trockene Masse (Tonnen Holz "atro") des in den Kocher bei größtmöglichem Befüllungsgrad aktuell einbringbaren Holzes und die mit dem Holz eingebrachte Holzwassermasse ebenfalls Schwankungen.

Zum anderen werden die Startbedingungen des Prozesses auch durch von der Kochflüssigkeit bedingten Schwankungen beeinflusst. So variiert herstellungsseitig die Qualität der eingesetzten Kochflüssigkeit. Dabei unterliegen insbesondere die Konzentrationen der einzelnen Komponenten in der Kochflüssigkeit Schwankungen. Wird die Kochung z. B. nach dem sogenannten Bisulfit-Verfahren durchgeführt, so sind eine saure und eine basische Komponente, insbesondere Schwefeldioxid und Magnesiumoxid, die für die Kochung wesentlichen Bestandteile. Bei anderen Aufschlußverfahren können Natriumsulfid und Natronlauge ("Sulfatkochung"), bzw. Natriumsulfit, Natronlauge, Methanol und Antrachinon (sogenanntes "Organasolv" bzw. "Assam"-Verfahren) als wesentliche Komponenten der Kochflüssigkeit auftreten. Schließlich wird auch die Menge der pro Charge in den Kocher einfüllbaren Kochflüssigkeit von den obengenannten, die Hackschnitzelmasse betreffenden Parametern beeinflusst. Es beeinflussen insbesondere die Dichte, Feuchte und Qualität der eingefüllten Hackschnitzel die Menge der in den Kocher maximal einbringbaren Kochflüssigkeit. Die zu Beginn der Kochung einer Charge jeweils vorliegenden Startbedingungen unterliegen somit einer Vielzahl von unterschiedlichen Einflußgrößen.

Im Hinblick auf eine ausreichende Produktivität der gesamten Anlage zur Zellstoffherstellung wird für die Bearbeitung einer jeden Charge im Kocher üblicherweise nur ein vorgegebener Zeitrahmen, die "Umtriebszeit", zugelassen. Aufgrund der stark schwankende Startbedingung besteht das Problem, daß die Kochung einer Charge innerhalb dieses Zeitraumes nicht mit dem gewünschten Ergebnis beendet werden kann. Die angestrebte Zellstoffqualität steht somit bei Erreichen des vorgegebenen Kochzeitendpunktes unter Umständen noch nicht zur Verfügung. In einem solchen Fall könnte entweder die Kochzeit unter Verletzung der zulässigen Umtriebszeit überzogen werden, oder es könnte bei einer wesentlichen Überschreitung des zulässigen Zeitrahmes die Kochung unter Akzeptierung der jeweils erreichten, verminderten Zellstoffqualität abgebrochen werden.

Ein weiteres Problem bei diskontinuierlich arbeitenden Kochern besteht darin, daß diese nach Befüllung mit Hackschnitzeln und Kochflüssigkeit geschlossen werden. Der Fortschritt während der Kochung, d.h. der zunehmende Aufschluß des eingetragenen Holzes bis zu einem Zellstoff mit einer mit einem Zielwert übereinstimmenden Zellstoffqualitätsmaßzahl, kann nicht direkt überwacht werden. Auch hierbei besteht die Gefahr, daß die zulässige Umtriebszeit aufgrund des Fehlens genauer Kenntnisse über den aktuellen Zustand des Kocherinhaltens überschritten wird. Andererseits kann auch versehentlich "zu schnell" gekocht werden. Bei einer derartigen, zu intensiven Kochung kann der Effekt auftreten, daß trotz eines erhöhten Energieeinsatzes nur eine verringerte Ausbeute an Zellstoff und zusätzlich auch eine verschlechterte Zellstoffqualität erreicht wird.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, Steuermittel bereitzustellen, welche bei diskontinuierlichen Zellstoffkochern die Prozeßbedingungen pro Charge insbesondere zu Beginn, im Verlaufe und gegen Ende einer Kochung im Sinne einer Homogenisierung so beeinflussen, daß unter Einhaltung des für die Kochung einer Charge im Hinblick auf eine ausreichende Produktivität zur Verfügung stehenden Zeitrahmens ("Umtriebszeit") möglichst die jeweils gewünschte Zellstoffqualität bei geringstmöglichem

Chemikalien- und Energieeinsatz hergestellt werden kann.

Die Aufgabe wird gelöst mit dem in den Ansprüchen 1, 12, 13 und 14 enthaltenen Prozeßleitsystem. Weitere vorteilhafte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen enthalten.

Die Erfindung wird desweiteren anhand einer beispielhaften, in den nachfolgend kurz angeführten 5 Figuren dargestellten bevorzugten Ausführungsform näher erläutert. Dabei zeigt:

- FIG 1 auszugsweise das technologische Prozeßschema einer zur Herstellung von Zellstoff dienenden Anlage,
- FIG 2 beispielhaft drei unterschiedliche Prozeßtemperaturverläufe, welche im Verlauf der Kochung einer Charge im Inneren eines Kochers auftreten können, und
- 10 FIG 3 den mittleren Prozeßtemperaturverlauf von FIG 2, wobei punktiert zwei zusätzliche Verläufe des pH-Wertes der Kochflüssigkeit eingetragen sind.

An Hand des "mittleren" Prozeßablaufes P_m der Figur 2 werden vorab zur besseren Übersicht die wesentlichen, im Verlaufe einer Zellstoffkochung auftretenden Prozeßschritte kurz genannt. So beginnt der Prozeß im Zeitpunkt t_0 mit dem Einfüllen der Hackschnitzelmasse in den Kocher. Dieser Vorgang ist im 15 Zeitpunkt t_1 abgeschlossen. Es schließt sich das Befüllen des Kochers mit bevorzugt erwärmter Kochflüssigkeit an. Dieser Vorgang, welcher auch als "besäuern" der Hackschnitzelmasse bezeichnet wird, sei im Zeitpunkt t_2 abgeschlossen. Nun schließt sich eine bis zum Zeitpunkt t_3 reichende Aufheizphase an. Dabei wird das Kocherinnere auf ein erstes Temperaturniveau, die sogenannte "Imprägniertemperatur" aufgeheizt. Nun folgt eine zwischen den Zeitpunkten t_3 und t_4 liegende, erste Kocherstillstandsphase, die sogenannte 20 "Imprägnierphase" der Hackschnitzelmasse. Sie ermöglicht ein Vollsaugen der Hackschnitzel mit Kochflüssigkeit. Auf den Imprägniervorgang folgt zwischen den Zeitpunkten t_4 und t_5 eine zweite Aufheizphase. Dabei erreicht das Kocherinnere ein zweites Temperaturniveau bei "Fertigkochtemperatur". Im Beispiel der Figur 2 erreicht der mit durchgezogener Linie dargestellte "mittlere" Prozeßablauf P_m eine annähernd in der Mitte der Arbeitsbereichsgrenzen T_{MAX} , T_{MIN} liegende Fertigkochtemperatur T_m . Nun schließt sich eine 25 zweite Kocherstillstandsphase zwischen den Zeitpunkten t_5 und t_6 an.

Innerhalb dieser sogenannten "Fertigkochphase" $t_{koch,m}$ erfolgt die eigentliche und entgeltliche Umwandlung der Hackschnitzelmasse in Zellstoff. Im Zeitpunkt t_6 ist der Kochzeitendpunkt $t_{KE,m}$ erreicht. Dieser Moment wird in der Regel von übergeordneten und die Produktivität der Gesamtanlage überwachenden Prozeßleitsystemen vorgegeben. Erfindungsgemäß soll möglichst bei Erreichen dieses Kochzeitendpunktes 30 gleichzeitig auch die gewünschte Zellstoffqualität zur Verfügung stehen. Nun schließen sich die zum Abbruch der Kochung einer Charge notwendigen Prozeßschritte an. Hierzu erfolgt z.B. beim Sulfit-Verfahren zunächst zwischen den Zeitpunkten t_6 und t_7 ein Abbau des Druckes im Kocher. Hierunter fallen die Teilschritte des sogenannten Hochdruckabgasens, des Niederdruckabgasens und des sogenannten Ablaugens, d.h. des Ablassens der Kochflüssigkeit. Der gesamte Prozeß wird abgeschlossen durch die entgeltliche 35 Entleerung des Kochers zwischen den Zeitpunkten t_7 und t_8 , d.h. dem Abziehen des gewonnenen Zellstoffes.

Bei einer ersten Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe werden mit Hilfe von ersten, in einem Prozeßleitsystem vorhandenen Mitteln die spezifischen und/oder die allgemeinen Chemikalieneintragsmengen in den Kocher pro Charge homogenisiert. Hierzu führen die ersten Mittel nach dem Befüllen 40 des Kochers mit Hackschnitzelmasse und Kochflüssigkeit zumindest einmal mindestens einen Bestandteil der Kochflüssigkeit nach. Dieser Nachführvorgang kann abhängig von der jeweils damit beabsichtigten Auswirkung zu unterschiedlichen Zeitpunkten im Verlauf der Kochung einer Charge erfolgen. Besonders geeignete Zeitpunkte liegen insbesondere unmittelbar zu Beginn der Kochung, bzw. während einer der Aufheizphasen, u.U. aber auch mitten im Verlauf bzw. gegen Ende der Kochung.

Bei einer Ausführung führen die ersten Mittel des Prozeßleitsystems den Istwert des Quotienten aus der Masse mindestens eines Bestandteiles der Kochflüssigkeit bezogen auf die im Kocher befindliche Masse des trockenen Holzes so nach, daß der Quotient die Größe eines vorgebbaren Sollwertes annimmt. Dabei kann zum einen die spezifische Eintragsmenge einer oder auch mehrerer wesentlichen Komponenten der Kochflüssigkeit zur Homogenisierung der Startbedingungen der Kochung im Hinblick auf das Erreichen der 50 jeweils gewünschten Zellstoffqualität möglichst gleichzeitig mit Erreichen eines vorgegebenen, zulässigen Kochzeitendpunktes angepaßt werden. Hierzu können zum einen die Konzentrationen der wesentlichen Komponenten der Kochflüssigkeit relativ zueinander und in Bezug auf die im Kocher befindliche trockene Holzmasse angepaßt werden. Gemäß einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung kann dies dadurch geschehen, daß die ersten Mittel zur Nachführung des Istwertes des Quotienten zu Beginn der Kochung der 55 Hackschnitzelmasse eine Nachdosierung mindestens eines Bestandteiles der Kochflüssigkeit veranlassen.

Zum anderen kann hierbei aber auch die allgemeine Chemikalieneintragsmenge im Kocher beeinflußt werden, d.h. die Gesamtflüssigkeitsmenge der Kochflüssigkeit mit allen Bestandteilen. Hierbei bestehen für die ersten Mittel des erfindungsgemäßen Prozeßleitsystems zwei unterschiedliche Eingriffsmöglichkeiten. In

einem ersten Fall wird durch Beeinflussung der Gesamtflüssigkeitsmenge versucht, den spezifischen Einfluß einer der wesentlichen Komponenten der Kochflüssigkeit auf den Aufschlußprozeß zu begünstigen. In einem zweiten Fall kann die Beeinflussung der Gesamtflüssigkeitsmenge auch mit dem Ziel durchgeführt werden, das sogenannte "Flottenverhältnis", d.h. den Quotienten aus der Summe von Kochflüssigkeit und Holzwas-
 5 ser bezogen auf die Menge des trockenen Holzes im Kocher zu beeinflussen. Die erfindungsgemäßen Eingriffe der ersten Mittel des Prozeßleitsystems werden nachfolgend am Beispiel einer nach dem sogenannten Bisulfit-Verfahren ablaufenden Kochung näher beschrieben. Sie sind aber uneingeschränkt auch bei andersartigen Holzaufschlußverfahren entsprechend anwendbar.

Bei der Zellstoffkochung nach dem Bisulfit-Verfahren enthält die Kochflüssigkeit im wesentlichen eine saure und eine basische Komponente. Als saure Komponente dient schwefelige Säure H_2SO_3 in dissoziierter Form, also als H^+ und SO_3^{--} -Ionen und gelöstes SO_2 . Die basische Komponente liegt in Form eines Kations vor, z.B. als Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ oder NH_4^+ -Kation, welches zum Puffern der während der Kochung entstehenden starken Säuren dient. Die Konzentrationen der sauren und der basischen Komponenten in der Schwankungen. Erfindungsgemäß wird nun zur Einstellung definierter Startbedingungen zu Beginn der
 10 Kochung der Quotient aus der Masse mindestens eines Bestandteiles der Kochflüssigkeit bezogen auf die trockene Holzmasse im Kocher auf einen Sollwert nachgeführt.

Gemäß einer ersten, Ausführungsform der Erfindung geschieht die Nachführung des Quotienten derart, daß die ersten Mittel des Prozeßleitsystems eine Nachdosierung mindestens einer der wesentlichen Komponenten der Kochflüssigkeit veranlassen. Beispielsweise beim Bisulfit-Verfahren werden somit die saure und/oder basische Komponente der Kochflüssigkeit nachdosiert. Hierzu werden verflüssigtes Schwefel-
 20 fedioxid und/oder eine Magnesiumoxid -Suspension der Kochflüssigkeit zugegeben. Mit Hilfe der dosierten Flüssig- SO_2 -Zugabe kann der schwankende Istwert der spezifischen SO_2 -Eintragsmenge im Kocher auf einen vorgegebenen Sollwert eingestellt werden, z. B. auf 200 kg SO_2 pro Tonne (t) Holz atro. Die zuzugebene Menge $V_{SO_2,FI}$ an Flüssig- SO_2 kann von den ersten Mittel des Prozeßleitsystems beispielsweise wie folgt bestimmt werden:

$$V_{SO_2,FI} = a_{SO_2,spez} * m_{H,atro} / d_{SO_2} - m_{KS} * C_{SO_2} / (100 * d_{KS}) \quad (Gl.1)$$

mit

30	$V_{SO_2,FI}$ =	Volumen des nachzudosierenden Flüssig- SO_2 in m^3
	$a_{SO_2,spez}$ =	Sollwert des spezifischen SO_2 -Einsatzes im Kocher in t- SO_2 pro t trockener Holzmasse
	$m_{H,atro}$ =	Istwert der trockenen Holzmasse im Kocher in t
	d_{SO_2}, d_{KS} =	Istwerte der Dichten des im Kocher befindlichen SO_2 und der Kochflüssigkeit in t/m^3
	m_{KS} =	Istwert der Masse der eingefüllten Masse an Kochflüssigkeit in t
35	C_{SO_2} =	Istwert der SO_2 -Konzentration der eingefüllten Kochflüssigkeit in %

Vorteilhaft erfolgt die Nachdosierung von verflüssigtem SO_2 nach dem Befüllen des Kochers und vor Beginn des Hochheizens, d.h. nach dem Start einer Hauptumwälzpumpe für einen Umwälzstrom der Kochflüssigkeit. In den beispielhaften Prozeßtemperaturverläufen der Figur 2 wird die Nachdosierung vorteilhaft am Ende der sogenannten Besäuerung der Hackschnitzelmasse im Zeitpunkt t_2 durchgeführt.
 40 Grundsätzlich ist es aber auch möglich, den Prozeßschritt der Nachdosierung in einem anderen Zeitpunkt auszuführen. So kann eine Nachdosierung mindestens einer der Komponenten auch bei Erreichen des ersten Temperaturniveaus der Imprägniertemperatur im Zeitpunkt t_3 oder unmittelbar nach Beendigung des sogenannten Peetz-Vorganges der Hackschnitzelmasse vor Erreichen des Zeitpunktes t_5 erfolgen.

Bei dem in Fig. 1 beispielhaft dargestellten Ausschnitt aus einem technologischen Prozeßschema für eine Anlage zur Zellstoffherstellung erfolgt die Nachdosierung von verflüssigten SO_2 mit Hilfe eines Durchflußmengenregelkreisses FICQ 003 in einer ersten, separaten Dosierleitung DLI durch direkte Einleitung in den Boden KB des Kochers K über eine untere Eintrittsöffnung UEA. Es aber auch möglich, die zur Nachdosierung vorgesehenen Flüssigkeiten an andere Stelle in den Kocher einzuleiten. So kann eine Nachdosierung z. B. auch indirekt durch eine Einleitung der sauren und/oder basischen Komponente in eine
 50 in Fig. 1 für einen Hauptumwälzstrom der Kochflüssigkeit vorgesehene Umwälzsammelleitung USL erfolgen.

Erfindungsgemäß kann zusätzlich zur oder an Stelle der sauren Komponente auch die basische Komponente mit Hilfe der ersten Mittel des Prozeßleitsystems nachdosiert werden. Es hat sich gezeigt, daß auch die richtige spezifische Konzentration des basischen Anteils der Kochflüssigkeit, d.h. der Quotient aus der Masse der im Kocher befindlichen basischen Komponente bezogen auf die absolut trockene Holzmas-
 55 se, zu Beginn der Kochung ausschlaggebend ist, um die gewünschte Zellstoffqualität innerhalb des für die Kochung der Charge bereitstehenden Zeitraumes zu erhalten. Beim Bisulfit-Verfahren kann durch die dosierte Zugabe einer Magnesiumoxid-Suspension der schwankende Istwert der spezifischen MgO -Eintragsmenge im Kocher auf einen Sollwert nachgeführt werden, z. B. auf 30 kg MgO pro Tonne (t) Holz atro.

Die zuzugebende Menge V_{MgO} kann von den ersten Mitteln des Prozeßleitsystems beispielweise wie folgt bestimmt werden:

$$V_{MgO} = (a_{MgO,spez} * m_{H,atro} - m_{KS} * C_{MgO} / (100 * d_{KS})) / X_{MgO} \quad (Gl.2)$$

5

mit

- V_{MgO} = Volumen der nachzudosierenden, wässrigen MgO-Suspension in m^3
 $a_{MgO,spez}$ = Sollwert des spezifischen MgO-Einsatzes im Kocher in t-MgO pro t trockenes Holz
 $m_{H,atro}$ = Istwert der trockenen Holzmasse im Kocher in t
 10 m_{KS} = Istwert der Masse an Kochflüssigkeit im Kocher in t
 C_{MgO} = Istwert der MgO-Konzentration in der Kochflüssigkeit in %
 d_{KS} = Istwert der Dichte der im Kocher befindlichen Kochflüssigkeit in t/m^3
 X_{MgO} = Istwert der Konzentration des MgO in der nachzudosierenden Suspension in t-MgO pro m^3

15

Grundsätzlich kann die basische Komponente zu den gleichen Zeitpunkten und an den gleichen Stellen in den Prozeß nachdosiert werden wie die saure Komponente. So kann die basische Komponente bevorzugt unmittelbar nach dem Befüllung des Kochers und vor dem Beginn der ersten Hochheizphase direkt in den Kocher eingeleitet werden. Bei den beispielhaften Prozeßtemperaturverläufen der Fig. 2 entspricht dies dem Zeitpunkt t_2 nach Abschluß der Besäuerung der Hackschnitzelmasse. Bei dem beispielhaften, technologischen Prozeßschema der Fig. 1 erfolgt die Nachdosierung der basischen Komponente vorteilhaft mit Hilfe eines zweiten Durchflußmengenregelkreises FICQ 004 in einer zweiten, separaten Dosierleitung DL2 durch Einleitung in den Kocherboden KB über eine untere Eintrittsöffnung UEA.

20

Wie bereits erwähnt, kann mit Hilfe der ersten Mittel des erfindungsgemäßen Prozeßleitsystems die auf die im Kocher befindliche trockene Holzmasse bezogene spezifische Eintragsmenge einer Komponente der Kochflüssigkeit auch dadurch beeinflußt werden, daß zur Nachführung des Istwertes des Quotienten dosiert Kochflüssigkeit aus dem Kocher abgelassen wird. Dies ist insbesondere dann wichtig, wenn sich eine zu große Menge der basischen Komponente im Kocher befindet. So kann beispielsweise beim Bisulfit-Verfahren die spezifische Eintragsmenge an Magnesiumoxid durch dosiertes Ablassen von Kochflüssigkeit auf einen Sollwert nachgeführt werden. Durch diese Verringerung der Kochflüssigkeitsmenge im Kocher kann der Grad der Einwirkung der sauren Komponente in der Kochflüssigkeit auf die Hackschnitzelmasse im Verlauf der Kochung begünstigt werden. Der Sollwert der abzulassenden Kochflüssigkeitsmenge V_{Abz} kann von den ersten Mitteln des Prozeßleitsystems beispielweise mit Hilfe der nachfolgenden Gleichung bestimmt werden. Dabei liegen den einzelnen Größen die gleichen Definitionen wie bei obiger Gleichung 2 zugrunde:

30

$$V_{Abz} = m_{KS} / d_{KS} - a_{MgO} * m_{H,atro} / (C_{MgO} / 100) \quad (Gl.3)$$

35

Im Beispiel des technologischen Prozeßschemas der Figur 1 kann das dosierte Ablassen der Kochflüssigkeit z. B. über eine separate Ablaßleitung AL und ein darin befindliches Stellventil HIS III indirekt aus einer Umwälzsammelleitung USL für einen Hauptumwälzstrom der Kochflüssigkeit erfolgen. Der Istwert der abgelassenen Kochflüssigkeitsmenge kann dabei direkt über eine Durchflußmessung oder indirekt über eine Wägung des Kochers z. B. mit

40

der Meßstelle WI 101 erfolgen. Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann mit Hilfe der ersten Mittel des Prozeßleitsystems auch der Istwert des Quotienten aus der Gesamtlüssigkeitsmenge bezogen auf die trockene Holzmasse im Kocher, d.h. das sogenannte "Flottenverhältnis", auf einen vorgebbaren Sollwert nachgeführt werden. Praktisch erfolgt dieser Vorgang in der Regel nach Abschluß der Imprägnierung der Hackschnitzelmasse im Rahmen des sogenannten "Peetzens", d.h. dem sogenannten "Übertreiben" oder Ablassen überschüssiger Kochflüssigkeit. Beim beispielhaften, mittleren Prozeßablauf P_m in der Fig. 1 entspricht dies etwa dem Zeitpunkt t_4 am Ende der ersten Kocherstillstandsphase. Erfahrungsgemäß nimmt die Hackschnitzelmasse nach Beendigung des Imprägniervorganges ein geringeres Volumen ein als unmittelbar nach der Befüllung des Kochers. Dies hat seine Ursache darin, daß die Hackschnitzel durch das Aufsaugen von Kochflüssigkeit an Gewicht zunehmen und sich im Kocher verdichten. Über der Hackschnitzelmasse befindet sich somit eine überschüssige Kochflüssigkeitsmenge, die am Aufschluß der komprimierten Masse während des eigentlichen Kochvorganges nicht benötigt wird. Sie würde lediglich unnützlich aufgeheizt werden. Mit Hilfe dieses sogenannten "Übertreibens", kann somit dosiert überschüssige Kochflüssigkeit abgelassen und die auf die trockene Holzmasse im Kocher bezogene Gesamtlüssigkeitsmenge ("Flottenverhältnis") auf einen Sollwert nachgeführt werden, z. B. auf $2,8 m^3$ Kochflüssigkeit pro t Holz atro. So trägt auch dieser Prozeßschritt zur Homogenisierung der Prozeß

50

55

bedingungen insbesondere bei Beginn der eigentlichen Kochung bei, so daß möglichst gleichzeitig mit Erreichen des Kochzeitendpunktes auch die gewünschte Zellstoffqualität zur Verfügung steht. Die ersten Mittel des Prozeßleitsystems können die jeweils abzulassende Menge an Kochflüssigkeit beispielsweise wie folgt bestimmen:

5

$$m_{\text{Abl}} = m_{\text{KS}} - m_{\text{FV}} \quad (\text{Gl.4})$$

mit

10

$$m_{\text{FV}} = m_{\text{H,atro}} * \left(\text{FV} - \frac{1 - \phi_{\text{H}}}{\phi_{\text{H}}} \right) \quad (\text{Gl.5})$$

15 und

m_{Abl} = abzulassende ("überzutreibende") Kochflüssigkeitsmenge in t

m_{KS} = Istwert der Masse an Kochflüssigkeit im Kocher in t

m_{FV} = dem Sollwert des "Flottenverhältnisses" entsprechende Kochflüssigkeitsmenge in t

$m_{\text{H,atro}}$ = Istwert der trockenen Holzmasse im Kocher in t

20 FV = Sollwert des "Flottenverhältnisses" in t Gesamtflüssigkeit (Kochflüssigkeit + Holzwasser) pro Tonne trockenen Holzmasse

ϕ_{H} = Istwert des "Trockengehaltes" der Hackschnitzelmasse (kg trockenes Holz bezogen auf kg feuchtes Holz)

25 Bei dem beispielhaften, technologischen Prozeßschema der FIG 1 kann die Steuerung des dosierten Ablassens von Kochflüssigkeit ebenfalls über die Abableitung AL und das Stellventil HIS III erfolgen. Der Istwert der abgelassenen Kochflüssigkeit kann wiederum entweder direkt über eine Durchflußmessung oder indirekt über eine Wägung des Kochers mittels der Meßstelle WI WI 101 erfolgen.

30 Die mit dem Ablassen der Kochflüssigkeit beim sogenannten "Übertreiben" z.B. im Zeitpunkt t_4 in FIG 2 erfolgte Verringerung der spezifischen Einsätze der Bestandteile der Kochflüssigkeit kann gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung durch ein erneutes, zweites Nachdosieren mindestens eines Bestandteiles der Kochflüssigkeit nachgeführt werden.

Die ersten Mittel des Prozeßleitsystems können die jeweils zuzugebende Menge z.B. an flüssigem SO_2 in diesem Fall der zweiten Nachdosierung bevorzugt wie folgt bestimmen:

35
$$V_{\text{SO}_2, \text{Übertreib}} = m_{\text{Abl}} * C_{\text{SO}_2} * X / (100/d_{\text{KS}}) \quad (\text{Gl.17})$$

mit

$V_{\text{SO}_2, \text{Übertreib}}$ = Volumen des nach dem sog. "Übertreibens" nachzudosierenden flüssig- SO_2 in m^3

m_{Abl} = abgelassene Kochflüssigkeitsmenge in t

40 X = Verhältnis der Konzentration an SO_2 zum Zeitpunkt des Übertreibens bezogen auf die Konzentration C_{SO_2} beim Besäuern

45 Schließlich können gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung die ersten Mittel des erfindungsgemäßen Prozeßleitsystems den Istwert des Quotienten aus der Masse mindestens eines Bestandteiles der Kochflüssigkeit bezogen auf die trockene Holzmasse im Kocher auch durch Ausgasen von flüchtigen Bestandteilen der Kochflüssigkeit nachführen. Dieses ist besonders von Vorteil, wenn ein oder mehrere leichtflüchtige Bestandteile derselben mit zu großen Konzentrationen in den Kocher gelangt sind.

50 Diese Ausführung der Erfindung wird nachfolgend ebenfalls am Beispiel einer nach dem Bisulfit-Verfahren ablaufenden Kochung näher erläutert. Dabei kann speziell der saure Charakter der Kochflüssigkeit durch Ausgasen reduziert werden, falls die saure Komponente der Kochflüssigkeit in zu hoher Konzentration eingefüllt wurde. Der spezifische Einsatz von SO_2 pro Tonne Holz atro kann somit durch gezieltes Ausgasen von Schwefeldioxid SO_2 nachgeführt werden. Das Ausgasen kann praktisch bevorzugt mit Hilfe eines als Druckentspannungsvorrichtung arbeitenden Entgasers ausgeführt werden. Ein derartiger Entgaser kann im technologischen Prozeßschema der Fig. 1 z.B. in die Hauptumwälzsammelleitung USL für den Hauptumwälzstrom der Kochflüssigkeit, bzw. in eine separate, obere Zuführ- und Abgangsleitung UL im Anschluß an die Einfüllöffnung EO am oberen Kocherende eingebaut sein. In FIG 1 ist speziell das über 55 einen internen Druckregelkreis verfügende Stellventil PRCS 105 hierfür vorgesehen. Dabei wird diesem Druckregelkreis von den ersten Mitteln des Prozeßleitsystems eine rampenartige Steuerfunktion P_1 - P_2 zur einstellbaren, allmählichen Absenkung des Druckistwertes der Kochflüssigkeit vorgegeben. Das Gefälle

dieser Steuerfunktion hängt dabei von der spezifischen Menge und u.U. auch der Art der auszugasenden Komponente der Kochflüssigkeit ab. Beispielsweise bei einem Ausgasen von SO₂ kann die rampenartige Steuerfunktion folgende Form haben:

$$P_1 - P_2 = k_1(V_{SO_2}) - K_2(V_{SO_2}) \cdot t \quad (\text{Gl.6})$$

mit

- P₁ = Istwert des Kocherinnendruckes
- P₂ = Istwert des Druckes in der Abgasleitung am Ausgang des Entgasers
- 10 V_{SO₂} = Volumen an auszugasendem SO₂ in m³
- k₁(V_{SO₂}), k₂(V_{SO₂}) = Prozeßkonstanten, welche vom jeweils auszugasenden Volumen abhängige Funktionen darstellen und Werte von größer/gleich Null annehmen können.
- t = Zeitistwert (Nullpunkt: Aktivierung des Entgasers)

15 Die Steuerung des Istwertes des Quotientens mit Hilfe des Ausgasens mindestens einer Kochflüssigkeitskomponente hat den besonderen Vorteil, daß dies auf besonders einfache Weise zu jedem Zeitpunkt während des Ablaufes der Kochung und vor Erreichen des Kochzeitendpunktes mindestens einmal durchgeführt werden kann.

20 Bei einer weiteren Ausführungsform können die ersten Mittel die weitere Aufgabe haben, durch eine Nachdosierung der basischen Komponente der Kochflüssigkeit den Abbau der Kohlehydrate im Zellstoff zu verlangsamen. Die Nachdosierung erfolgt vorteilhaft annähernd in der Mitte bis gegen Ende der Kochung, d.h. annähernd in der zweiten Hälfte des Zeitraumes zwischen Erreichen der Fertigmitteltemperatur und dem Abbruch der Kochung.

25 Die Maßnahme hat den Vorteil, daß ein unerwünscht starker Abbau der Kohlehydrate in der zweiten Hälfte der Kochung vermieden wird (Kohlehydratpufferung). Hierdurch ist es möglich, die Reißfestigkeit, d.h. die Viskosität, des am Ende der Kochung gewonnenen Zellstoffes auf einen gewünschten Wert einzustellen. Zudem wird durch die Schonung der Kohlehydrate die Ausbeute an Zellstoff, welcher die gewünschte Produktqualität aufweist, erhöht.

30 So wird die Kochung z.B. von Sulfit-Zellstoff bei niedrigen pH-Werten der Kochflüssigkeit, d.h. im stark sauren Bereich, durchgeführt. Hierdurch wird der Kochvorgang beschleunigt, d.h. der gewünschte Ligninabbau in der Holzschnitzelmasse zur Freilegung der Faserzellen läuft rasch ab. Nach dem Abbau der die Fasern umgehenden Ligninsubstanz werden aber auch die Kohlehydrate in den Mittellamellen eines jeden Faserverbandes verstärkt abgebaut. Mittels der erfindungsgemäßen Nachdosierung der basischen Komponente wird dieser Kohlehydratabbau gebremst und derart gesteuert, daß der Fertiggelbstoff eine vorgegebene Reißfestigkeit erreicht.

35 Aufgrund der erfindungsgemäßen Nachdosierung wird der pH-Wert der Kochflüssigkeit vom stark sauren in Richtung auf den neutralen Bereich bevorzugt zumindest um eine Einheit erhöht. Bei der z.B. nach dem Sulfit-Verfahren ablaufenden Zellstoffkochung wird eine MgO-Lösung als basische Komponente nachdosiert. Vorteilhaft wird derart nachdosiert, daß sich ein etwa im Bereich zwischen 2,5 und 4 liegenden pH-Wert in der Kochflüssigkeit einstellt.

40 Im Beispiel der FIG 1 erfolgt die Nachdosierung vorteilhaft über die Leitung DL2 durch Betätigung des Ventiles FICQ 004. Vorteilhaft ist ein pH-Wert-Meßgerät in der Umwälzleitung, in der Bypassleitung oder direkt im Kocher vorgesehen. Im Beispiel der FIG 1 ist das Meßgerät pHIC in der Leitung USL angebracht. Mit Hilfe eines pH-Wert-Meßgerätes können die ersten Mittel die Nachdosierung vorteilhaft dann veranlassen, wenn der pH-Wert nach Erreichen der Fertigmitteltemperatur einen unteren Grenzwert erreicht hat.

45 Gemäß einer weiteren Ausführungsform können die ersten Mittel auch dann die Nachdosierung veranlassen, wenn die Zellstoffqualität im Verlaufe der Kochung einen bestimmten Grenzwert erreicht. So können z.B. weiter unten noch näher erläuterte vierte bzw. fünfte Mittel vorhanden sein, welche den aktuellen Wert einer Zellstoffqualitätsmaßzahl nachbilden bzw. den aktuellen Zustand der Kochflüssigkeit und/oder den Istwert einer Zellstoffqualitätsmaßzahl meßtechnisch erfassen. Erreicht die derart bereitgestellte Größe einen vorgegebenen Grenzwert, so ist der Ligninabbau und damit der gesamte Kochvorgang schon derart vorangeschnitten, daß die Nachdosierung der basischen Komponente als Schutzmaßnahme für die Zellstoff-Kohlehydrate ausgelöst werden kann. Beispielfhaft kann als Zellstoffqualitätsmaßzahl die sogenannte Kappzahl verwendet werden, deren Wert mit zunehmendem Ligninabbau abnimmt. Soll die Kappzahl des fertiggekochten Zellstoffes z.B. ein Endwert von 15 aufweisen, so können die ersten Mittel
50 die Nachdosierung der basischen Komponente dann veranlassen, wenn die Kappzahl den Wert 25 als
55 unteren Grenzwert unterschreitet.

Zur weiteren Verdeutlichung ist in FIG 3 neben dem "mittleren" Prozeßablauf P_m in punktierter Linie auch ein Verlauf des pH-Wertes dargestellt. So weist dieser pH-Wert unmittelbar nach dem Anfüllen des

Kochers im Zeitpunkt t_1 einen im stark sauren Bereich um 1 liegenden pH-Wert auf. Im Verlauf des Hochheizens steigt der pH-Wert zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_4 auf Grund der Verdünnung durch das freigesetzte Holzwasser an, bis er zwischen den Zeitpunkten t_4 und t_5 ein relatives Maximum erreicht. Mit fortschreitender Kochung, d.h. etwa ab dem Zeitpunkt t_5 fällt der pH-Wert wieder, da durch den fortschreitenden Ligninabbau zunehmend Säuren freigesetzt werden. Erfindungsgemäß wird nun im Zeitpunkt t_{10} eine Nachdosierung der basischen Komponente der Kochflüssigkeit ausgelöst. Dabei kann entweder die vorgesehene Gesamtmenge direkt zugegeben werden, so daß der pH-Wert von ca. 1,5 in t_{10} auf ca. 3,5 in t_{11} steigt. In einem anderen Fall kann die basische Komponente auch allmählich zugeführt werden, so daß der pH-Wert von ca. 1,5 in t_{10} auf ca. 3,3 in t_{12} steigt. Vorteilhaft wird soviel nachdosiert, daß anschließend ein im Steuerraum S zwischen ca. 2,5 und 4 liegender pH-Wert auftritt. Vorteilhaft wird die Nachdosierung zwischen den Zeitpunkten t_8 und t_{13} veranlaßt. Dieser Zeitbereich liegt etwa in der zweiten Hälfte der Gesamtkochdauer t_{ges} , welche vom Ende der Aufheizung in t_5 bis zum Abbruch der Kochung in t_7 reicht.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung können im Prozeßleitsystem zweite Mittel vorgesehen sein, die den Kocher nach dem Befüllen mit der Hackschnitzelmasse und der Kochflüssigkeit, d.h. bevorzugt im Zeitpunkt t_2 in Figur 2, mit mindestens einem Druckimpuls eines gasförmigen Mediums beaufschlagen. Als gasförmiges Medium eignen sich besonders Kocherabgase. Diese Maßnahme trägt ebenfalls zur Homogenisierung der Startparameter des Kochungsprozesses bei und fördert somit das Ziel, die Kochung möglichst innerhalb des zur Verfügung stehenden Zeitintervalles und bei gleichzeitigem Erreichen der angestrebten Zellstoffqualität beenden zu können. Das Beaufschlagen mit mindestens einem Druckimpuls begünstigt vor allem die Vergleichmäßigung der Prozeßbedingungen zur Beginn und während der sogenannten Imprägnierungsphase der Hackschnitzelmasse. Hierdurch können insbesondere chargenbedingte Schwankungen in der Größenverteilung und Füllichte der Hackschnitzel, aber auch Schwankungen in deren Qualität, insbesondere deren Fähigkeit zur Aufnahme von Kochflüssigkeit ausgeglichen werden. Bei dem beispielhaften, technologischen Prozeßschema der FIG 1 kann der Druckimpuls über die obere Zuführ- und Abgangsleitung OL, das Stellventil HIS 109 und den Druckregelkreis PRCS 105 erzeugt werden. Hiermit wird eine Verbindung zwischen einer Hochdruckzuführung für rückgeführte Kocherabgase und dem nächstgelegenen Eintrittspunkt bei der Einfüllöffnung EO am oberen Kocherende hergestellt.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung können im Prozeßleitsystem dritte Mittel vorgesehen sein, die an mindestens zwei unterschiedlichen Stellen die Kocherinnentemperatur messen und den Umwälzstrom an Kochflüssigkeit so beeinflussen, daß möglichst keine größeren Temperaturdifferenzen in einer Durchströmungsrichtung des Kochers auftreten. Auch diese Maßnahme trägt zur weiteren Homogenisierung des Prozeßablaufes bei. So kann bereits von Beginn der ersten Heizphase an, d.h. unmittelbar nach Füllen mit Hackschnitzeln und Kochflüssigkeit, z. B. im Zeitpunkt t_2 in Figur 1, und für den gesamten weiteren Kochprozeß der Temperaturgradient in mindestens einer Strömungsrichtung der Kochflüssigkeit im Inneren der Hackschnitzelmasse minimiert werden. Hierdurch kann zum einen vermieden werden, daß u.U. chargenbedingt lokal unterschiedliche Aufschlußgrade der Hackschnitzelmasse im Kocherinneren auftreten. Derartige Gefälle im aktuellen Kochungsgrad innerhalb der Hackschnitzelmasse können das angestrebte Einhalten der zur Verfügung stehenden Umtriebszeit und die an deren Ende erreichte Zellstoffqualität erheblich beeinträchtigen. So kann in thermisch begünstigten Bereichen im Kocher bereits ein ausreichender Zellstoffaufschluß vorliegen, während in benachteiligten Bereichen der Hackschnitzelmasse der Aufschlußgrad noch nicht ausreichend ist. Hierdurch können sich mehrere Nachteile ergeben. Zum einen kann es auf Kosten der Gesamtproduktivität der Anlage und unter Verletzung der für eine Charge eingeräumten Umtriebszeit notwendig sein, die Kochzeit zu verlängern, um eine Zellstoffmindestqualität möglichst in allen Bereichen des Kochers zu erreichen. Desweiteren kann aber bei derartigen Abweichungen vom üblichen Prozeßablauf der Fall auftreten, daß der Zellstoff in begünstigten Bereichen "überkocht" wird und somit die Zellstoffqualität aufgrund der zu intensiven Einwirkung der Kochflüssigkeit lokal wieder abnimmt. In Extremfällen ist der Zellstoff in begünstigten Regionen des Kochers bereits zu intensiv gekocht, während er in benachteiligten Regionen noch nicht den notwendigen Mindestaufschlußgrad aufweist. Die erfindungsgemäße Beeinflussung der Strömungsgeschwindigkeit des Umwälzstromes der Kochflüssigkeit durch die dritten Mittel des Prozeßleitsystems stellt somit eine weitere Maßnahme dar, um derartige Abweichungen zu vermeiden und möglichst bei allen Chargen einen gleichmäßigen, vorhersehbaren Prozeßablauf herbeizuführen. Insbesondere stellt diese Maßnahme eine weitere Hilfe dar, um die zur Verfügung stehende Umtriebszeit so einzuhalten, daß möglichst mit Erreichen des vorgesehenen Kochzeitendes auch die gewünschte Zellstoffqualität im gesamten Kocher bereitsteht. Schließlich können auf diese Weise auch Verluste an Energie und Zellstoffqualität auf Grund unnötig hohen Strömungsgeschwindigkeiten der Kochflüssigkeit vermieden werden.

Ein möglicher Eingriff der dritten Mittel des Prozeßleitsystems auf die Strömungsgeschwindigkeit eines oder mehrerer Umwälzströme der Kochflüssigkeit im Inneren eines Zellstoffkochers wird desweiteren

beispielhaft anhand des technologischen Prozeßschemas der Figur 1 näher erläutert. Bei dem dort dargestellten Kocher K wird die Kochflüssigkeit nicht am Kocherboden KB, sondern über mehrere Abgangsstellen AS1, AS2, AS3 in der Mantelfläche abgezogen. Der so entstehende Hauptumwälzstrom an Kochflüssigkeit wird in einer Umwälzsammelleitung USL zusammengefaßt, und über eine Hauptumwälzpumpe HUP und einen mit Heizdampf HZ versorgten Wärmetauscher WT geführt. Bei einer ersten, nicht dargestellten Ausführungsform kann dieser Hauptumwälzstrom direkt über die obere Einfüllöffnung EO in den Kocher rückgeführt werden. Bei dem technologischen Prozeßschema von Figur 1 dagegen teilt sich der Hauptumwälzstrom am Ende der Umwälzsammelleitung USL bei einer Trennstelle TS in zwei Teilumwälzströme auf. Diese werden über je eine obere bzw. untere Umwälzleitung UOL bzw. UUL an unterschiedlichen Stellen in den Kocher rückgeführt. Im Beispiel der Figur 1 mündet die obere Umwälzleitung UOL nahe der oberen Einfüllöffnung EO über eine separate, obere Eintrittsöffnung OEA in den Kocher. Die untere Umwälzleitung UUL mündet im Bereich des Ablaufventiles HIS 105 über eine spezielle, untere Eintrittsöffnung UEA in den Boden KB des Kochers. Es entstehen so die in Figur 2 beispielhaft durch Pfeile dargestellten und von der oberen bzw. unteren Kochereintrittsöffnung OEA bzw. UEA auf die Mantelabgangsstellen AS1, AS2, AS3 gerichteten Kochflüssigkeitsströmungen OS bzw. US.

Falls der Kocher K wie im Prozeßschema der FIG 1 senkrecht steht, so ist die nach unten gerichtete Strömung OS von der oberen Eintrittsöffnung OEA zu den Abgangsstellen AS1, AS2, AS3 aufgrund der Einwirkung der Gravitation begünstigt gegenüber der aufwärts gerichteten Strömung US von der unteren Eintrittsöffnung UEA. Es muß somit besonders dafür gesorgt werden, daß weder zu große Temperaturdifferenzen zwischen dem Kocherboden KB und den Mantelabgangsstellen, noch innerhalb der beiden entgegengerichteten und auf die Abgangsstellen zulaufenden Flüssigkeitsströmungen auftreten. Zur Temperaturerfassung sind im Prozeßschema der Figur 1 beispielhaft drei verteilte Temperaturmeßstellen TIC 116, 117 und 118 vorgesehen, von denen die Meßstelle TIC 118 die Temperatur der Hackschnitzelmasse im Bodenbereich KB des Kochers K erfaßt. Vorteilhaft werden die Strömungen der Kochflüssigkeit in der oberen und unteren Umwälzleitung UOL, UUL mittels einer zusätzlichen Verhältnisregelung so aufeinander abgestimmt, daß keine größeren Temperaturdifferenzen zwischen den beiden entgegengerichteten Strömungen auftreten. Hierzu kann beispielsweise der Flüssigkeitsstrom in der unteren Umwälzleitung USL über ein Durchflußmeßgerät FIC 120 erfaßt und unter Zuhilfenahme eines in der oberen Umwälzleitung UOL befindlichen Stellventiles HIC 119 entsprechend beeinflußt werden.

Die bisher beschriebenen Mittel des erfindungsgemäßen Prozeßleitsystems tragen im wesentlichen zur Harmonisierung der Prozeßbedingungen zu Beginn einer Kochung einer Charge bei, also in den Prozeßphasen Befüllen, Belaugen, Beheizen auf erstes Temperaturniveau und Imprägnieren. Das angestrebte Ziel der optimalen Abstimmung von einzuhaltender Umtriebszeit und zu erreichender Zellstoffqualität wird somit wesentlich genauer erreichbar. Erfindungsgemäß können darüber hinaus weitere Mittel vorgesehen sein, welche den Prozeß hauptsächlich nach Erreichen des zweiten Temperaturniveaus während der zweiten Stillstandsphase, d. h. der sogenannten Fertigmachphase, beeinflussen.

Erfindungsgemäß können hierzu im Prozeßleitsystem vierte Mittel vorhanden sein, welche zumindest einmal den aktuellen Wert einer Zellstoffqualitätsmaßzahl nachbilden und nach deren Vergleich mit einem vorgegebenen Zielwert die Kochtemperatur so voreinstellen, daß der Zielwert der Zellstoffqualitätsmaßzahl möglichst gleichzeitig mit einem Sollwert für den Kochzeitendpunkt erreicht wird. Als eine derartige Qualitätsmaßzahl kann z. B. der sogenannte "F-Faktor" bzw. die damit zusammenhängende sogenannte "Kappa-Zahl" dienen. Beide Größen sind beispielsweise in der deutschen Patentanmeldung DE-35 25 248 A1 beschrieben.

Der zur Einhaltung der vorgegebenen Umtriebszeit pro Charge zur Verfügung stehende "Steuerraum" wird im wesentlichen begrenzt durch technologisch bedingte Minimalwerte für die Imprägnierzeit (FIG 2, Zeitraum zwischen t_3 und t_4), die Fertigmachzeit (FIG 2, Prozeßablauf P_m : $t_{\text{Koch},m}$) und die Minimal- und Maximalwerte für die Kochtemperatur (FIG 2: T_{MIN} T_{MAX}). Darüber hinaus unterliegt die Fertigmachzeit aus produktionstechnischen Gründen im Rahmen der zulässigen Umtriebszeit pro Charge einer oberen Begrenzung. So ist es beim Betrieb einer Zellstoffkocherei ein wesentliches Ziel, die pro Charge zur Verfügung stehenden Umtriebszeiten möglichst genau einzuhalten, um einen ordnungsgemäßen und möglichst gleichmäßigen Betrieb der Gesamtanlage zu erreichen. Demgegenüber stellen die weiteren Einzelschritte des Kochprozesses, insbesondere das Befüllen und Belaugen zu Beginn der Kochung, und das Hochdruck- und Niederdruckabgasen, das Ablaugen und Entleeren des Kochers am Ende des Prozesses feste Vorgänge dar, deren Zeitabläufe nicht zum Zwecke der Regelung einflußbar sind. Lediglich die erste Kocherstillstandsphase während der Imprägnierung der Hackschnitzelmasse (FIG 2, Prozeßablauf P_m : Zeitraum zwischen t_3 und t_4) kann gegebenenfalls auf einen Minimalwert verkürzt werden. Bei Verkürzung der für die Imprägnierung vorgesehenen Zeit steht dann innerhalb des Rahmens der vorgegebenen Umtriebszeit ein größerer Zeitraum für die zweite Kocherstillstandsphase, d. h. der eigentlichen Fertigmachphase der Hack-

schnitzelmasse, zur Verfügung.

Die erfindungsgemäßen vierten Mittel des Prozeßleitsystems bewirken nun nach einem Soll- und Istwertvergleich für die nachgebildete Zellstoffqualitätsmaßzahl eine derartige Voreinstellung der Kochtemperatur im Kocher, so daß die angestrebte Zellstoffqualität möglichst gleichzeitig mit dem für die Einhaltung der vorgegebenen Umtriebszeit notwendigen Kochzeitendpunkt erreicht wird. Dieser Vorgang wird zumindest einmal, bevorzugt bei Erreichen des ersten, für die Hackschnitzelimprägung ausreichenden Temperaturniveaus im Prozeßleitsystem durchgeführt, d. h. zum Beispiel in FIG 2 im Zeitpunkt t_3 . Zwar kann der Vorgang während des weiteren Ablaufes des Kochprozesses unter Umständen wiederholt werden, z. B. in FIG 2 im Zeitpunkt t_4 bei Beendigung der Imprägnierung bzw. im Zeitpunkt t_5 bei Erreichen des zweiten, für die Fertigmachung notwendigen Temperaturniveaus. Es ist jedoch häufig ausreichend, die erfindungsgemäße Voreinstellung der Fertigmachtemperatur bei Erreichen der Imprägniertemperatur bzw. am Ende der Imprägnierphase einmal durchzuführen. Vielfach ist es sogar vorteilhaft, die unter Zuhilfenahme der Nachbildung einer Zellstoffqualitätsmaßzahl aufgefundene optimale Kochtemperatur nur einmal voreinzustellen, und anschließend den Kochprozeß möglichst unangetastet zu lassen. Aufgrund der großen Zeitkonstanten im Heizkreis eines Zellstoffkochers, welcher im Prozeßschema der FIG 1 beispielsweise aus einem mit Heizdampf HZ versorgten Wärmetauscher WT in der Umwälzsammelleitung USL besteht, kann es relativ lange dauern, bis sich nach einem Eingriff in den Temperaturregelkreis ein neuer, stabiler Arbeitspunkt im Kocherinneren eingestellt hat. Im Hinblick auf die Erzielung einer gewünschten Zellstoffqualität möglichst gleichzeitig im Moment des Erreichens eines vorgegebenen Kochzeitendpunktes ist eine möglichst ruhige und harmonische Führung des Prozeßtemperaturverlaufes vorteilhaft. Bei zu häufigen Stelleingriffen in den Wärmehaushalt des Prozesses besteht eher die Gefahr, daß das obengenannte Ziel verfehlt wird. Die Erfindung eröffnet somit die Möglichkeit, die notwendige Kochtemperatur möglichst genau so voreinzustellen, daß sie während des weiteren Prozeßablaufes nicht mehr nachjustiert werden muß, und dennoch die gewünschte Zellstoffqualität im angestrebten Kochzeitendpunkt bereitsteht. Der Eingriff der vierten Mittel des Prozeßleitsystems wird desweiteren anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Die Umtriebszeit T_{UM} zur Kochung einer Charge kann beispielhaft in folgende Teilabschnitte gegliedert werden:

$$t_U = t_{Start} + t_{Heiz} + t_{Imp} + t_{Koch} + t_{End} \quad (Gl.7)$$

mit

- t_U = vorgegebene "Umtriebszeit" (verfügbare maximale Prozeßdauer)
- t_{Start} = Zeit vom Start der Kochung bis zur Beendigung der Prozeßschritte "Befüllen" und "Belaugen"
- t_{Heiz} = Gesamtheizzeit (Heizen auf Imprägniertemperatur und Heizen auf Fertigmachtemperatur)
- t_{Imp} = mittlere Imprägnierzeit (Dauer der ersten Kocherstillstandsphase)
- t_{Koch} = Fertigmachzeit (Dauer der zweiten Kocherstillstandsphase)
- t_{End} = Zeit vom Kochzeitendpunkt bis zur vollständigen Entleerung des Kochers (HD-; ND-Abgasen, Entlaugen, Entleeren)

Die Umstellung obiger Gleichung nach der Fertigmachzeit t_{Koch} ergibt:

$$t_{Koch} = t_{Um} - t_{Start} - t_{Heiz} - t_{Imp} - t_{End} \quad (Gl.8)$$

Die nutzbare Kochzeit t_{Koch} ergibt sich somit dann, wenn die vorgegebene Umtriebszeit t_{Um} um die Zeitanteile reduziert wird, welche für den Ablauf von festen Prozeßabläufen zwangsläufig aufgewendet werden müssen, wie z.B. für das Befüllen und Belaugen (t_{Start}), das Heizen (t_{Heiz}) usw.

Für die vierten Mittel des Prozeßleitsystems läßt sich beispielhaft ein Zusammenhang zwischen der Fertigmachzeit t_{Koch} , der aktuellen Kochtemperatur T und dem sogenannten F-Faktor als eine Zellstoffqualitätsmaßzahl wie folgt darstellen:

$$t_{Koch} = \frac{F_Z - F_0}{\exp(k - \frac{A}{T})} \quad (Gl.9)$$

mit

- t_{Koch} = vorgegebener Sollwert der Fertigmachzeit, um bei der Kochtemperatur T den Zielwert F_Z der Zellstoffqualitätsmaßzahl zu erreichen ("Zeitrahmen").
- F_0 = Anfangswert der Zellstoffqualitätsmaßzahl (Mittelwert des F-Faktors bis zum Erreichen der Fertigmachtemperatur)
- 5 F_Z = Zielwert der Zellstoffqualitätsmaßzahl, bei dessen Erreichen die Kochung abgebrochen werden kann.
- T = Fertigmachtemperatur
- k = Prozeßkonstante
- A = Aktivierungsenergie

10 Umstellen der Gleichung 9 nach der Fertigmachtemperatur T ergibt:

$$T = \frac{A}{k - \ln \left(\frac{F_Z - F_0}{t_{\text{Koch}}} \right)} \quad (\text{Gl.10})$$

15

20 Gleichung 10 stellt eine besonders vorteilhafte, modellhafte Nachbildung der Zusammenhänge zwischen der Regelabweichung $F_Z - F_0$ einer Zellstoffqualitätsmaßzahl, der Fertigmachzeit und der hierfür notwendigen Kochtemperatur T dar. Wird als Sollwert für die Fertigmachzeit t_{Koch} die nach obiger Gleichung 8 aus der vorgegebenen Umtriebszeit t_{Um} gewonnene Beziehung eingesetzt, so können die vierten Mittel des Prozeßleitsystems mit Hilfe obiger Gleichung 10 gerade die Kochtemperatur T ermitteln und voreinstellen, mit deren Hilfe der Zielwert F_Z der Qualitätsmaßzahl nahezu gleichzeitig mit dem durch die Einhaltung

25 der Umtriebszeit t_{Um} bedingten Kochzeitendpunktes (FIG 2, mittlerer Prozeßverlauf P_m ; $t_{\text{KE},m}$) erreicht werden kann. Ein derartiger Betrieb der vierten Mittel des Prozeßleitsystems hat den weiteren Vorteil, daß neben der Einhaltung der vorgegebenen Umtriebszeit auch die jeweils optimale Kochtemperatur voreingestellt wird kann. Insbesondere bei Anwendung der obigen Gleichungen 8 und 10 wird nämlich verhindert, daß die Kochung versehentlich bei einer zu hohen Kochtemperatur abläuft. Hierbei würde neben einem

30 unnötig hohen Energieeinsatz auch die Gefahr bestehen, daß aufgrund einer zu intensiven Kochung wieder eine Abnahme an Zellstoffqualität auftritt. Vielmehr ergibt sich gemäß obiger Gleichungen die niedrigstmögliche Kochtemperatur T, da für deren Bestimmung die innerhalb der Umtriebszeit t_{Um} maximal zur Verfügung stehende Fertigmachzeit t_{Koch} verwendet wird. Die Kochung läuft somit bei einer optimalen, den Zellstoff schonenden Temperatur ab.

35 Zur Veranschaulichung der erfindungsgemäßen Kochtemperaturnachführung durch die vierten Mittel sind in Figur 2 beispielhaft drei unterschiedliche Prozeßtemperaturverläufe P_m , P_k , P_l dargestellt. Dabei stellt P_m in durchgezogener Linie einen mittleren Prozeßablauf bei einer mittleren Fertigmachtemperatur T_m und einer mittellangen Kochzeit $t_{\text{Koch},m}$ dar. Demgegenüber stellt P_k in strichpunktierter Linie annähernd den kürzest möglichen Prozeßverlauf bei maximalen Fertigmachtemperatur T_{MAX} und der kürzesten Fertigmachzeit $t_{\text{Koch},m}$ dar. Schließlich stellt P_l ebenfalls in strichpunktierter Linie einen langen Prozeßablauf bei minimaler Fertigmachtemperatur T_{MIN} und der somit annähernd längsten Fertigmachzeit $t_{\text{Koch},l}$ dar. Die strichpunktieren Prozeßabläufe P_k und P_l stellen somit die "Begrenzungen" des für die Variationen des Wertepaares Kochtemperatur und Fertigmachzeit bzw. Kochzeitendpunkt zur Verfügung stehenden "Steuerraumes" dar.

45 Probleme treten erst dann auf, wenn bei der obigen Bestimmung der voreinzustellenden Kochtemperatur ein Wert auftritt, der außerhalb des zulässigen Steuerbereiches liegt, also die Begrenzungen T_{MIN} bzw. T_{MAX} unter- bzw. überschreiten würde. Der besonders kritische Fall liegt dann vor, wenn die zur Erreichung des Zielwertes der Zellstoffqualitätsmaßzahl gleichzeitig mit dem Sollwert für den Kochzeitendpunkt notwendige Kochtemperatur den zulässigen Maximalwert T_{MAX} überschreiten würde. Wird die Bestimmung

50 der Kochtemperatur durch die vierten Mittel rechtzeitig vorgenommen, d. h. steht eine Information über die zu erwartende Überschreitung des oberen Temperaturgrenzwertes rechtzeitig zur Verfügung, z.B. in FIG 2 im Zeitpunkt t_3 bei Erreichen des ersten Temperaturniveaus im ersten Drittel des Prozeßzyklusses, so kann noch anderweitig versucht werden Zeit zu sparen. Dies würde im vorgegebenen Zeitrahmen der Umtriebszeit zur Verlängerung der Fertigmachzeit und somit wiederum zur Reduzierung der notwendigen Kochtemperatur beitragen. So könnte z.B. die für die Imprägnierung der Hackschnitzelmasse vorgesehene Zeit auf eine notwendige Mindestzeit verkürzt werden. Der hiermit erzielte Zeitgewinn könnte dann für eine

55 Verlängerung der Fertigmachzeit bei Erreichen der Fertigmachtemperatur verwendet werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung können die vierten Mittel des Prozeßleitsystems

auch so gestaltet sein, daß diese die Kochtemperatur auf den Maximalwert T_{MAX} begrenzen und stattdessen zum Erreichen des Zielwertes der Zellstoffqualitätsmaßzahl den Kochzeitendpunkt anpassen, d. h. insbesondere geringfügig verschieben. Eine derartige Ausführung ist insbesondere dann von Vorteil, wenn die Anpassung des Kochzeitendpunktes zu einer nur geringfügigen Überschreitung der vorgegebenen, maximalen Umtriebszeit führen würde. In einem solchen Fall überwiegt der Vorteil der Erzielung einer noch

5 ausreichend hohen Zellstoffqualität den Nachteil einer geringfügigen Überziehung der Umtriebszeit.

In seltenen Fällen kann beim praktischen Betrieb von Zellstoffkochern dennoch der Fall auftreten, daß trotz der erfindungsgemäßen Voreinstellung der Kochtemperatur das Ziel des gleichzeitigen Erreichens des Zielwertes der Zellstoffqualitätsmaßzahl im vorgegebenen Kochzeitendpunkt verfehlt wird. Dies kann seine

10 Ursache in einer Vielzahl von unterschiedlichen und nahezu nicht kompensierbaren Störgrößen haben, die den vorgesehenen Prozeßablauf beeinträchtigen. Hierfür können gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung fünfte Mittel im Prozeßleitsystem vorgesehen sein, welche den aktuellen Zustand der Kochflüssigkeit und/oder den Istwert der Zellstoffqualitätsmaßzahl messen, und hiermit bei unveränderter Kochtemperatur den zum tatsächlichen Erreichen des Zielwertes der Zellstoffqualitätsmaßzahl notwendigen

15 Kochzeitendpunkt fein anpassen.

Die erfindungsgemäß Fein Anpassung des exakten Abbruchzeitpunktes der Kochung wird bevorzugt kurz vor Erreichen des vorgesehenen Kochzeitendpunktes durchgeführt, d. h. etwa nach Ablauf von 90 % der Fertigmachzeit. Da in diesem Zustand des Prozesses die Fertigmachung nahezu abgeschlossen ist und nur noch wenig Zeit bis zum Erreichen des angestrebten Kochzeitendpunktes verbleibt, ist es vorteilhaft, die

20 aktuelle Kochtemperatur nun nicht mehr zu verändern. Vielmehr wird stattdessen die Fein Anpassung des Prozesses durch Variation des tatsächlichen Kochzeitendpunktes vorgenommen. Aufgrund der im Heizkreislauf vorhandenen Zeitkonstanten würde der Versuch einer Temperaturanpassung für die noch verbleibende Restkochzeit nicht schnell genug einen neuen, stabilen Arbeitspunkt hervorbringen. Vielmehr würde die Gefahr bestehen, daß z.B. aufgrund einer Übersteuerung eine Überhitzung und somit eine Minderung der

25 Zellstoffqualität eintritt. Erfindungsgemäß wird somit der in der Regel relativ stabile Temperaturarbeitspunkt des Kochers gegen Ende der Kochung nicht mehr durch stellende Eingriffe gestört. Die Konstanzhaltung dieses Arbeitspunktes und eine gegebenenfalls geringfügige zeitliche Verschiebung des tatsächlichen Kochzeitendpunktes ermöglicht es, den für die exakte Erreichung einer gewünschten Zellstoffqualität tatsächlich notwendigen Abbruchzeitpunkt der Kochung genau zu bestimmen.

Dabei kann zur Erfassung des aktuellen Zustandes der Zellstoffmasse im Kocher entweder der Zustand der Kochflüssigkeit analysiert oder der aktuelle Istwert einer Zellstoffqualitätsmaßzahl gemessen werden. Zur Messung der Zellstoffqualität kann z. B. an einer Probenentnahmestelle eine Probe aus dem Inneren des geschlossenen Kochers entnommen und anschließend analysiert werden. Diese Analyse kann sowohl

30 kontinuierlich als auch periodisch on-line mit Hilfe von speziellen Zellstoffanalysatoren, oder auch off-line extern erfolgen. Geeignete Vorrichtungen zur kontinuierlichen bzw. diskontinuierlichen Entnahme einer Zellstoffprobe sind z. B. in den deutschen Gebrauchsmusteranmeldungen mit den Aktenzeichen G 90 10 793.4 bzw. G 90 10 794.2 enthalten.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung können die fünften Mittel im Prozeßleitsystem zur Fein Anpassung des tatsächlichen Kochzeitendpunktes auch den aktuellen Zustand der Kochflüssigkeit

40 auswerten. Diese bestimmen bevorzugt die sogenannte "Extinktion" der Kochflüssigkeit durch eine spektrometrische Messung bei mindestens einer Wellenlänge, und ziehen diesen Wert gemeinsam mit dem Quotienten aus der Gesamtflüssigkeitsmenge bezogen auf die trockene Holzmasse im Kocher ("Flottenverhältnis") zur Fein Anpassung des Kochzeitendpunktes heran. Wird das Flottenverhältnis auf einen konstanten Wert nachgeführt, so kann in diesem Fall der Meßwert der Extinktion ohne weitere Korrektur

45 direkt zur Fein Anpassung benutzt werden. Vorteilhaft wird durch die Extinktionsmessung die aktuelle Ligninkonzentration in der Kochflüssigkeit bestimmt. Deren Wert ermöglicht einen besonders genauen Rückschluß auf die aktuelle Qualität des Zellstoffes im Kocher. Bei dem beispielhaften Prozeßschema der Figur 1 ist für die Extinktionsmessung der Kochflüssigkeit die Meßstelle QIS 112 vorgesehen. Hierbei kann es sich z. B. um ein bei einer Wellenlänge von 280 nm arbeitendes Fotometer, oder um ein einen

50 Wellenlängenbereich auswertendes Spektrometer handeln.

Wird beispielsweise als eine Zellstoffqualitätsmaßzahl die sogenannte Kappa-Zahl K verwendet, so können zu deren Nachbildung die fünften Mittel des Prozeßleitsystems beispielhaft folgendem Zusammenhang mit den beiden Meßgrößen Extinktion E und Flottenverhältnis VF verwenden:

55
$$K = a \cdot b^{(VF \cdot E)} \quad (\text{Gl. 11})$$

mit

K = "Kappazahl" als Maß für die Zellstoffqualität

FV = Quotient aus Gesamtflüssigkeitsmenge bezogen auf die trockene Holzmasse im Kocher ("Flottenverhältnis")

E = Istwert der Extinktion der Kochflüssigkeit bei einer bestimmten Wellenlänge, z.B. 280 nm

a,b = Konstanten, bestimmbar als Erfahrungswerte bei vorangegangenen Kochungen

5 Gemäß Gleichung 11 dient somit zur Nachbildung des Istwertes einer Zellstoffqualitätsmaßzahl K im wesentlichen das Produkt FV*E aus dem Istwert des Flottenverhältnisses FV und dem Meßwert der Extinktion E. Desweiteren werden auch in Form der bevorzugt über eine Regressionsrechnung bestimmten Konstanten a, b Erfahrungen berücksichtigt, welche bei vorangegangenen Kochungen gesammelt wurden.

10 Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird die Extinktion der Kochflüssigkeit nicht nur bei einer, sondern bei verschiedenen Wellenlängen bestimmt. Hierdurch ist es möglich, die bei unterschiedlichen Wellenlängen, z. B. von 280 nm und 220 nm, auftretenden charakteristischen Werte für die Extinktion verschiedenen Ligninkonzentrationen in der Kochflüssigkeit zum Zwecke einer genaueren Nachbildung des Istwertes einer Zellstoffqualitätsmaßzahl und letztlich für eine bessere Feinanpassung des für die Erreichung des Sollwertes dieser Qualitätsmaßzahl notwendigen tatsächlichen Kochzeitpunktes zuzuordnen. Dabei

15 können die eingesetzten, charakteristischen Wellenlängen von der jeweils in den Kocher eingebrachten Holzsorte abhängen.
Wird beispielsweise als eine Zellstoffqualitätsmaßzahl wiederum die sogenannte Kappa-Zahl K verwendet, so können zu deren Nachbildung gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung die fünften Mittel des Prozeßleitsystems beispielhaft folgenden Zusammenhang mit den bei verschiedenen Wellenlängen k gemessenen Extinktionen E_k und dem Flottenverhältnis FV verwenden:

$$25 \quad K = a - b \cdot FV \cdot \sum_{k=1}^n E_k \quad (Gl.12)$$

30 Gemäß Gleichung 12 dient somit zur Nachbildung des Istwertes einer Zellstoffqualitätsmaßzahl K im wesentlichen das Produkt FV * ΣE_k aus dem Flottenverhältnis FV und der Summe der bei verschiedenen Wellenlängen k gemessenen Extinktionen E_k der Kochflüssigkeit. Falls bei dem verwendeten spektrometrischen Meßgerät die Wellenlänge kontinuierlich veränderbar ist, so kann eine noch bessere Nachbildung der als Qualitätsmaßzahl dienenden Kappa-Zahl aus der Extinktionsanalyse abgeleitet werden. In diesem Fall kann in Gleichung 12 die Summe aus den Extinktionswerten bei verschiedenen, diskreten Wellenlängen durch das Integral der Extinktion über einen oder mehrere Wellenlängenbereiche ersetzt werden.

35 Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann zur Erfassung des Zustandes der Kochflüssigkeit deren Extinktion durch eine spektrometrische Messung bei mindestens einer Wellenlänge bestimmt werden, und entweder das zeitliche Integral über den Verlauf der Extinktion, oder das Integral über das Produkt aus den zeitlichen Verläufen der Extinktion und dem Flottenverhältnis, oder das Integral über das Produkt aus einer vom Temperaturverlauf im Kocher abhängigen Funktion mit der Extinktion und/oder dem

40 Flottenverhältnis zur Feinanpassung des Kochzeitendpunktes für die exakte Erreichung des Zielwertes der Zellstoffqualitätsmaßzahl herangezogen werden.
Wird auch hier beispielhaft als eine Zellstoffqualitätsmaßzahl die sogenannte Kappa-Zahl verwendet, so lassen sich beispielhaft die obigen Zusammenhänge in den fünften Mitteln des Prozeßleitsystems unter Verwendung der Aktivierungsenergie A und der zeitlichen Verläufe für die Extinktion E(t), für das Flottenverhältnis FV(t) und für die Kochtemperatur T(t) wie folgt darstellen:

$$K = a - b \cdot \int E(t) dt \quad (Gl. 13)$$

$$K = a - b \cdot \int E(t) \cdot FV(t) dt \quad (Gl. 14)$$

50

55

$$K = a - b \cdot \int \exp \left(k - \frac{A}{T(t)} \right) \cdot E(t) dt \quad (Gl. 15)$$

$$K = a - b \cdot \int \exp \left(k - \frac{A}{T(t)} \right) \cdot E(t) \cdot FV(t) dt \quad (Gl. 16)$$

Gemäß Gleichung 13 dient somit zur Nachbildung des Istwertes der Zellstoffqualitätsmaßzahl K im wesentlichen das zeitliche Integral über den Zeitverlauf der Extinktion E(t) der Kochflüssigkeit. Bei der weiteren Näherungsgleichung 14 wird stattdessen im wesentlichen das Integral über das Produkt E(t) * FV(t) aus den Zeitverläufen der Extinktion E(t) und dem Flottenverhältnis FV(t) verwendet. Bei der dritten Näherungsgleichung 15 dient zur Nachbildung der Zellstoffqualitätsmaßzahl im wesentlichen das zeitliche Integral über das Produkt der Extinktion E(t) mit einer vom Temperaturverlauf T(t) abhängigen Exponentialfunktion exp(k-A/T(t)). Schließlich wird in der letzten Näherungsgleichung 16 zur Nachbildung der Zellstoffqualitätsmaßzahl im wesentlichen das zeitliche Integral über das Produkt aus den Zeitverläufen der Extinktion und dem Flottenverhältnis und der vom Temperaturverlauf abhängigen Exponentialfunktion herangezogen. Die obigen Beziehungen haben den Vorteil, daß zumindest durch die Einbeziehung des zeitlichen Verlaufes der Extinktion der Kochflüssigkeit während des Kochungsprozesses der Istwert der Qualitätsmaßzahl und somit der Zeitpunkt des Erreichens von dessen Sollwertes wesentlich genauer nachgebildet werden kann. Desweiteren können die obigen Gleichungen 13 bis 16 noch derart erweitert werden, daß die Integration über den Zeitverlauf der Extinktion nicht nur bei einer, sondern bei mehreren Wellenlängen durchgeführt wird.

Die zusätzliche Einbeziehung des zeitlichen Verlaufes des Flottenverhältnisses FV(t) gemäß den obigen Gleichungen 14 bzw. 16 bietet den besonderen Vorteil, daß auch während der Kochung auftretende Schwankungen der Gesamtflüssigkeitsmenge bei der Nachbildung der Zellstoffqualitätsmaßzahl berücksichtigt werden können. Derartige Schwankungen können z.B. aufgrund des sogenannten "Übertriebens" von Kochflüssigkeit und der Auflösung von ursprünglich festen Holzbestandteilen in der Kochflüssigkeit auftreten.

Im beispielhaften, technologischen Prozeßschema der FIG 1 kann der Zeitverlauf der Extinktion E(t) z. B. über die Fotometermeßstelle QIS 112 kontinuierlich erfaßt werden. Die Erfassung des Zeitverlaufes FV(t) des Flottenverhältnisses kann z.B. über eine Kocherwägung mittels der Meßzelle WI 101 und gegebenenfalls unter Berücksichtigung der zwischenzeitlich in den Kocher eingebrachten bzw. daraus abgezogenen Mengen an Kochflüssigkeit erfolgen.

Erfindungsgemäß kann somit das gleichzeitige Erreichen der Sollwerte für eine Zellstoffqualitätsmaßzahl und einen Kochzeitendpunkt zum einen unter Zuhilfenahme der vierten Mittel des Prozeßleitsystems dadurch erreicht werden, daß bevorzugt rechtzeitig vor Beginn des eigentlichen Kochvorganges die Kochtemperatur unter Berücksichtigung eines nachgebildeten Istwertes der Zellstoffqualitätsmaßzahl voreingestellt wird. Kurz vor Erreichen des vorgegebenen Kochzeitendpunktes kann desweiteren unter Zuhilfenahme von weiteren, fünften Mitteln des Prozeßleitsystems der für die Erreichung der gewünschten Zellstoffqualität tatsächlich notwendige Kochzeitendpunkt feinangepaßt werden. Diese erfindungsgemäße Fein Anpassung hat den Vorteil, daß dem Betriebspersonal kurz vor Erreichen des vorgegebenen Kochzeitendpunktes eine exakte Information darüber zur Verfügung steht, wie lange gegebenenfalls die Umtriebszeit tatsächlich zu überziehen wäre, um dennoch die gewünschte Zellstoffqualität zu erzielen. Das Betriebspersonal kann somit beurteilen, ob eine derartige Kochzeitverlängerung mit Hinblick auf die Gesamtproduktivität der Anlage noch zu verantworten oder gegebenenfalls zu unterlassen ist. Es besteht somit nicht die Gefahr, daß das Betriebspersonal die Kochung bei Erreichen des Kochzeitendpunktes abbricht, obwohl nur ein geringfügiges Nachkochen zur Erreichung der gewünschten Zellstoffqualität notwendig gewesen wäre. Andererseits kann das Betriebspersonal aber auch übermäßig lange, die Anlagenproduktivität erheblich beeinträchtigende Nachkochzeiten erkennen und vermeiden.

Zum Abbruch des Kochprozesses bei Erreichen des vorgegebenen oder feinangepaßten Kochzeitendpunktes wird schließlich im beispielhaften Prozeßschema der Figur 1 das Ventil HIS 113 geöffnet. Desweiteren wird dem Druckregelkreis PRCS 105 in der oberen Zuführ- und Abgangsleitung OL im Rahmen des Prozeßschrittes Abgasen ein rampenförmig abfallender Drucksollwert vorgegeben.

Patentansprüche

1. Prozeßleitsystem zur Steuerung der Herstellung von Zellstoff in einem diskontinuierlich arbeitenden

Kocher, welches erste Mittel enthält, die nach dem Befüllen des Kochers mit Hackschnitzelmasse und Kochflüssigkeit mindestens einmal eine Nachführung von mindestens einem Bestandteil der Kochflüssigkeit veranlassen, insbesondere von einer sauren und/oder basischen Komponente der Kochflüssigkeit.

5

2. Prozeßleitsystem nach Anspruch 1, wobei die ersten Mittel den Istwert des Quotienten aus der Masse mindestens eines Bestandteiles des Kochflüssigkeit bezogen auf die absolut trockene Holzmasse ($T_{\text{Holz atro}}$) im Kocher so nachführen, daß dieser die Größe eines vorgebbaren Sollwertes annimmt.

10

3. Prozeßleitsystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei die ersten Mittel zur Nachführung des Istwertes des Quotienten mindestens einmal eine Nachdosierung mindestens eines Bestandteiles der Kochflüssigkeit veranlassen, insbesondere einer sauren und/oder basischen Komponente der Kochflüssigkeit.

15

4. Prozeßleitsystem nach einem der vorangegangenen Ansprüchen, wobei die ersten Mittel zur Nachführung des Istwertes des Quotienten ein dosiertes Ablassen von Kochflüssigkeit aus dem Kocher veranlassen.

20

5. Prozeßleitsystem nach Anspruch 4, wobei die ersten Mittel den Istwert des Quotienten aus der Gesamtlüssigkeitsmenge bezogen auf die trockene Holzmasse im Kocher ("Flottenverhältnis") nach Abschluß der Imprägnierung der Hackschnitzelmasse durch dosiertes Ablassen von Kochflüssigkeit nachführen.

25

6. Prozeßleitsystem nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die ersten Mittel zur Nachführung des Istwertes des Quotienten mindestens einen flüchtigen Bestandteil der Kochflüssigkeit dosiert ausgasen.

30

7. Prozeßleitsystem nach Anspruch 1, wobei die ersten Mittel annähernd in der zweiten Hälfte des Zeitraumes zwischen Erreichen der Fertigmachtemperatur (T_m , t_s) und dem Abbruch der Kochung (t_7) die basische Komponente (MgO) der Kochflüssigkeit derart nachdosieren, daß zumindest zur Erreichung einer vorgegebenen Reißfestigkeit des fertigen Zellstoffes der Abbau der Kohlehydrate im Zellstoff für die verbleibende Kochzeit verlangsamt wird.

35

8. Prozeßleitsystem nach Anspruch 7, wobei die ersten Mittel die basische Komponente derart nachdosieren, daß eine Erhöhung im pH-Wert der Kochflüssigkeit um zumindest eine Einheit bewirkt wird.

40

9. Prozeßleitsystem nach Anspruch 7 oder 8, wobei die ersten Mittel die basische Komponente derart nachdosieren, daß sich ein im Bereich zwischen 2,5 und 4 liegender pH-Wert der Kochflüssigkeit ergibt.

45

10. Prozeßleitsystem nach einem der Ansprüche 7, 8 oder 9, wobei Mittel (FIG 1, pHIC) zur Erfassung des Istwertes des pH-Wertes der Kochflüssigkeit vorhanden sind, und die ersten Mittel die Nachdosierung der basischen Komponente veranlassen, wenn der pH-Istwert nach Erreichen der Fertigmachtemperatur einen unteren Grenzwert (t_{10}) erreicht hat.

50

11. Prozeßleitsystem nach einem der Ansprüche 7, 8 oder 9, wobei Mittel (vierte, fünfte Mittel) zur Nachbildung oder meßtechnischen Erfassung einer Zellstoffqualitätsmaßzahl vorhanden sind, und die ersten Mittel die Nachdosierung der basischen Komponente veranlassen, wenn die Zellstoffqualitätsmaßzahl einen Grenzwert erreicht hat.

55

12. Prozeßleitsystem zur Steuerung der Herstellung von Zellstoff, insbesondere nach einem der vorangegangenen Ansprüche, welches zweite Mittel enthält, die den Kocher nach dem Befüllen mit mindestens einem Druckimpuls eines gasförmigen Mediums, insbesondere Kocherabgase, beaufschlagen.

60

13. Prozeßleitsystem zur Steuerung der Herstellung von Zellstoff, insbesondere nach einem der vorangegangenen Ansprüche, welches dritte Mittel enthält, die an mindestens zwei Stellen (TIC 116 bzw. 117 bzw. 118) die Temperatur im Kocher messen und den Umwälzstrom (USL, UOL, UUL) an Kochflüssigkeit so beeinflussen (HIC 119 bzw. 110), daß möglichst keine größeren Temperaturdifferenzen in einer Durchströmungsrichtung (OS, US) des Kochers auftreten.

- 5 14. Prozeßleitsystem zur Steuerung der Herstellung von Zellstoff, insbesondere nach einem der vorangehenden Ansprüche, welches vierte Mittel enthält, die bevorzugt einmal den aktuellen Wert einer Zellstoffqualitätsmaßzahl ("F-Faktor" oder Kappazahl) nachbilden und durch Vergleich mit einem Zielwert die Kochtemperatur (T) so voreinstellen, daß der Zielwert der Zellstoffqualitätsmaßzahl ("F-Faktor" oder Kappazahl) möglichst gleichzeitig mit einem Sollwert für den Kochzeitendpunkt ($t_{KE,m}$) erreicht wird.
- 10 15. Prozeßleitsystem nach Anspruch 14, wobei in dem Fall, in dem die zur Erreichung des Zielwertes der Zellstoffqualitätsmaßzahl (F_{Ziel}) gleichzeitig mit dem Sollwert für den Kochzeitendpunkt notwendige Kochtemperatur (T) einen zulässigen Maximalwert (T_{max}) überschreiten würde, die vierten Mittel die Kochtemperatur auf den Maximalwert begrenzen und stattdessen zum Erreichen des Zielwertes der Zellstoffqualitätsmaßzahl den Kochzeitendpunkt anpassen.
- 15 16. Prozeßleitsystem nach Anspruch 14 oder 15, wobei fünfte Mittel vorhanden sind, welche bevorzugt kurz vor Erreichen des vorgegebenen Kochzeitendpunktes den aktuellen Zustand der Kochflüssigkeit und/oder den Istwert einer Zellstoffqualitätsmaßzahl messen, und hiermit bei unveränderter Kochtemperatur den Kochzeitendpunkt zum Erreichen des Zielwertes der Zellstoffqualität fein anpassen.
- 20 17. Prozeßleitsystem nach Anspruch 16, wobei die fünften Mittel zur Erfassung des Zustandes der Kochflüssigkeit deren Extinktion durch spektrometrische Messung bei mindestens einer Wellenlänge bestimmen und gemeinsam mit dem Quotienten aus der Gesamtlüssigkeitsmenge bezogen auf die trockene Holzmasse im Kocher ("Flottenverhältnis") zur Fein Anpassung des Kochzeitendpunktes für das Erreichen des Zielwertes der Zellstoffqualitätsmaßzahl heranziehen.
- 25 18. Prozeßleitsystem nach Anspruch 16, wobei die fünften Mittel zur Erfassung des Zustandes der Kochflüssigkeit deren Extinktion durch spektrometrische Messung bei mindestens einer Wellenlänge bestimmen, und das zeitliche Integral über die Extinktion bzw. über das Produkt aus Extinktion und dem Quotienten aus Gesamtlüssigkeitsmenge bezogen auf die trockene Holzmasse ("Flottenverhältnis") bzw. über das Produkt aus Extinktion und/oder dem Quotienten aus Gesamtlüssigkeitsmenge bezogen auf die trockene Holzmasse ("Flottenverhältnis") mit einer vom Temperaturverlauf im Kocher abhängigen Funktion zur Fein Anpassung des Kochzeitendpunktes für das Erreichen des Zielwertes der Zellstoffqualitätsmaßzahl heranziehen.

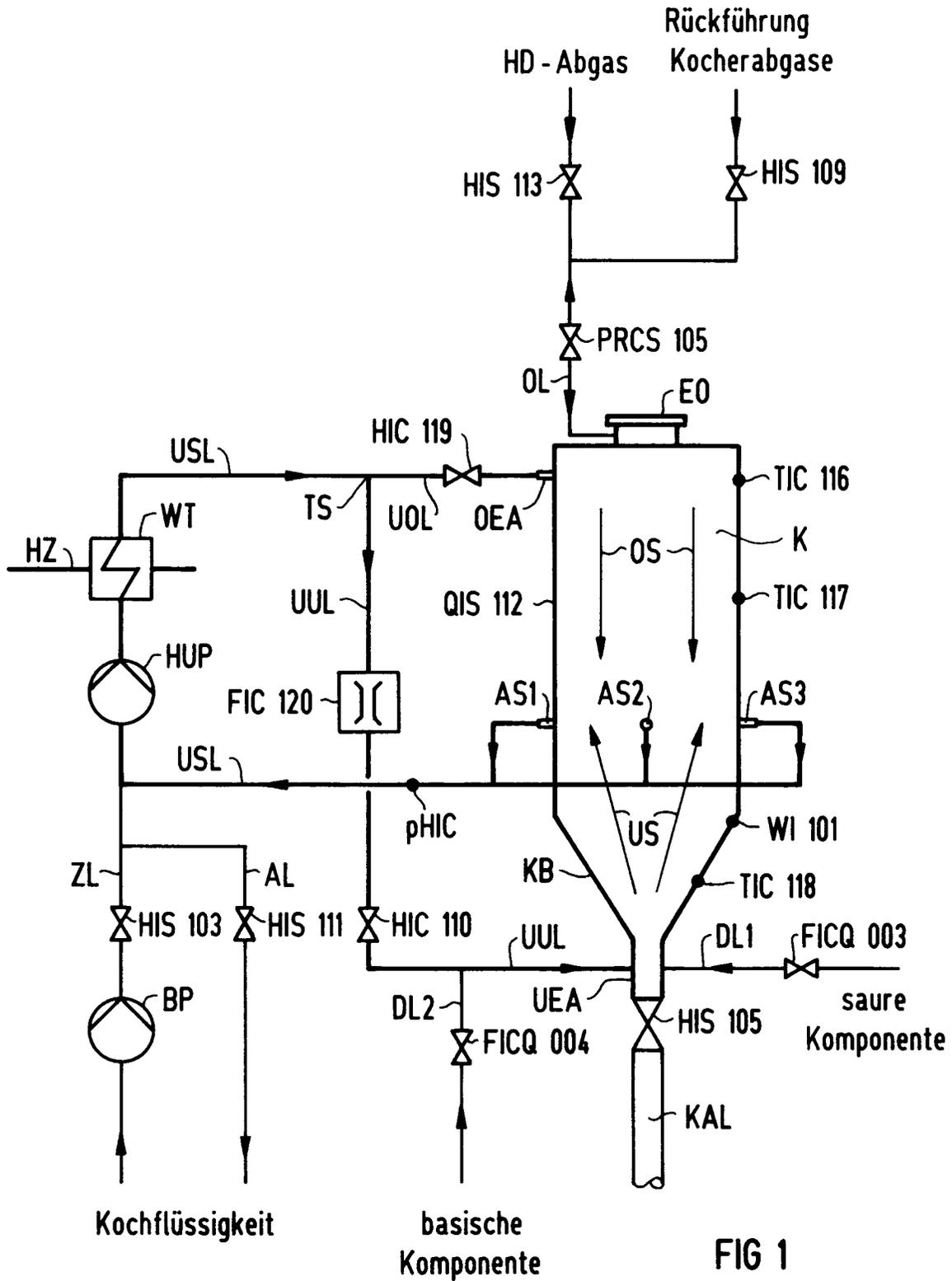
35

40

45

50

55



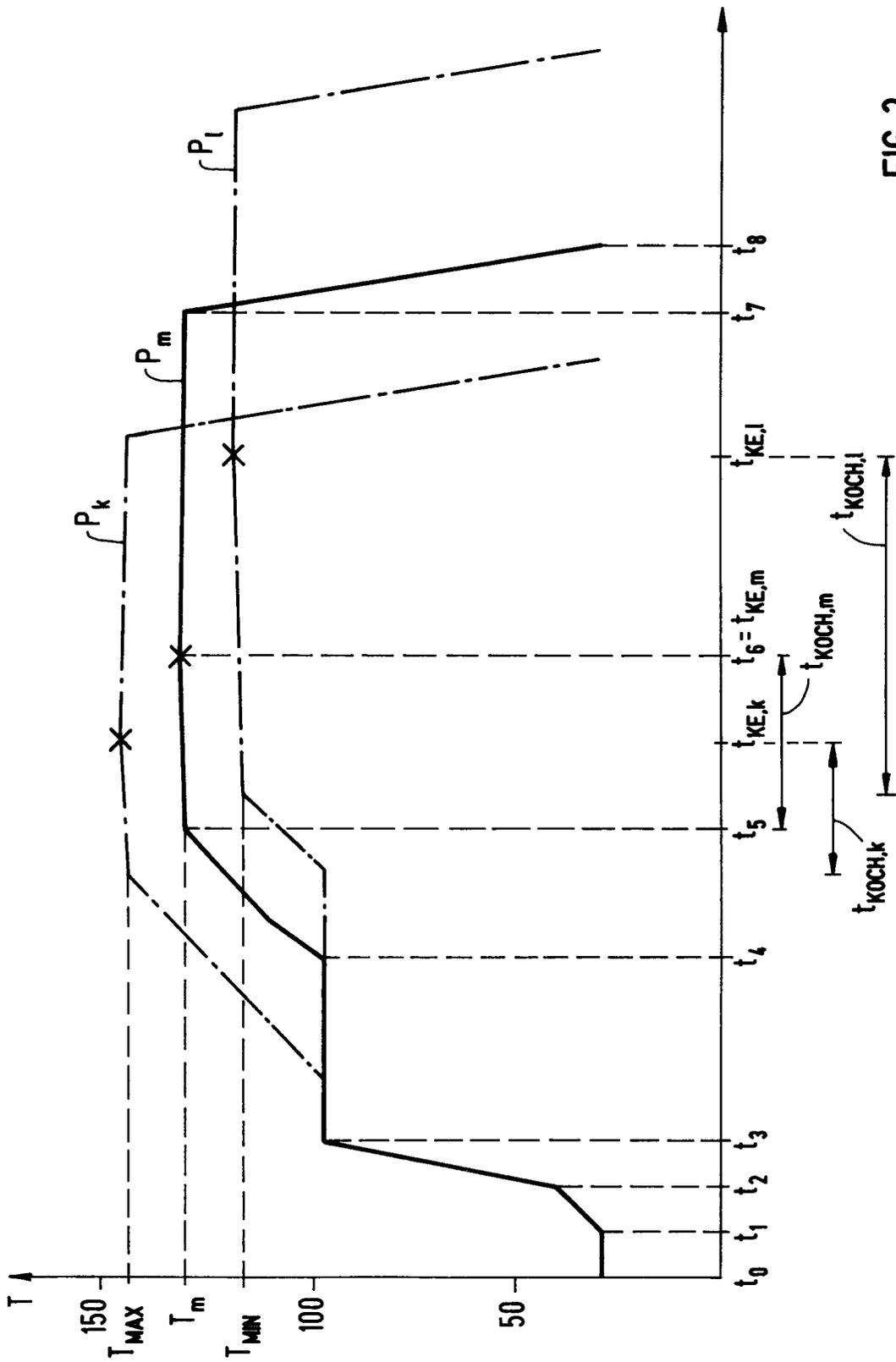


FIG 2

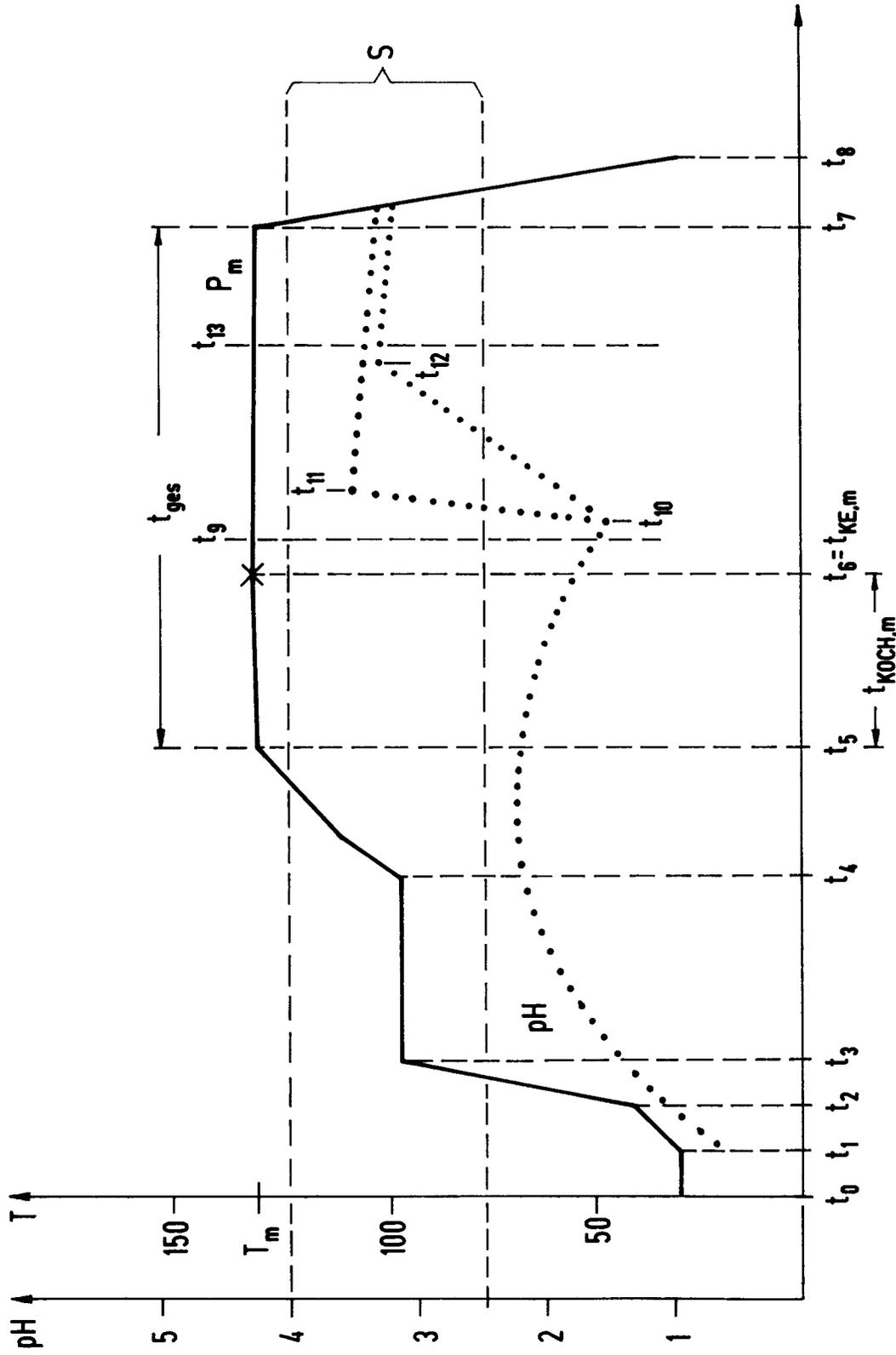


FIG 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 91 12 1599

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X A	DE-A-3 641 785 (VEB FILMFABRIK WOLFEN) * Spalte 2, Zeile 34 - Spalte 3, Zeile 19 * ---	1 2-5	D21C7/12 D21C3/22
A	FR-A-2 091 637 (MO OCH DOMSJO AB) * Ansprüche * ---	1,7,11, 14,16	
A	DE-A-3 525 248 (FURUMOTO, H.) * das ganze Dokument * ---	1,14,15	
A	DE-A-3 901 662 (KAJAANI ELEKTRONIIKKA OY) * Ansprüche * -----	16,17	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			D21C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG	Abschlußdatum der Recherche 06 APRIL 1992	Prüfer BERNARDO NORIEGA F.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 (01.82) (P0403)