



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 657 149 A5

51 Int. Cl. 4: C 12 F 1/02
G 05 D 27/00

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

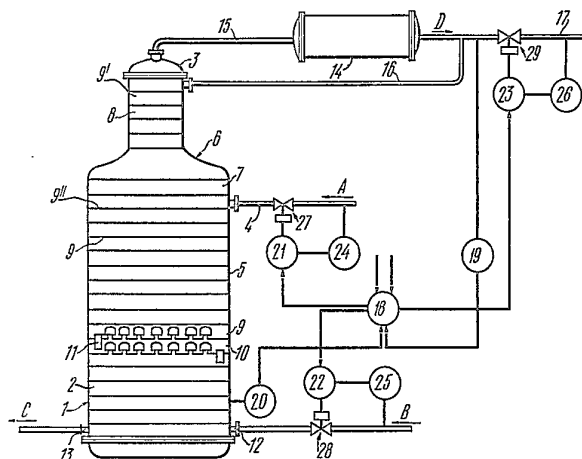
21 Gesuchsnummer:	2863/83	73 Inhaber:	Nauchno-Proizvodstvennoe Gidroliznoe Obiedinenie, Leningrad (SU)
22 Anmeldungsdatum:	30.07.1982	72 Erfinder:	Aristovich, Valery Jurievich, Leningrad (SU) Dmitriev, Evgeny Evgenievich, Leningrad (SU) Tokarev, Boris Ivanovich, Leningrad (SU) Tsirlin, Jury Abramovich, Leningrad (SU)
30 Priorität(en):	23.09.1981 SU 3330601	74 Vertreter:	E. Blum & Co., Zürich
24 Patent erteilt:	15.08.1986	86 Internationale Anmeldung:	PCT/SU 82/00028 (Ru)
45 Patentschrift veröffentlicht:	15.08.1986	87 Internationale Veröffentlichung:	WO 83/01070 (Ru) 31.03.1983

54 Maischedestillierapparat und Verfahren zu seiner automatischen Steuerung.

57 Der Maischedestillierapparat enthält eine Kolonne (1) mit einer Abtrieb- und einer Verstärkungssektion (5, 6), Böden (9) für einen Stoffaustausch zwischen Flüssigkeit und Dampf, die der Höhe der Kolonne (1) entlang angeordnet sind, einen mit der Verstärkungssektion (6) der Kolonne (1) über ein System von Rohrleitungen (15, 16) verbundenen Wärmetauscher (14) und Stutzen (4, 12, 13) entsprechend für die Rohstoff- und Heizdampfzuführung und Sumpfproduktabführung. Dabei beträgt die Querschnittsfläche eines nicht unter dem 2. und nicht über dem 8. Boden (9) ab Rohstoffzuführungsstutzen (4) angeordneten oberen Teils (8) der Verstärkungssektion (6) der Kolonne (1) 0,25 bis 0,64 der Querschnittsfläche des restlichen Teils der Kolonne (1) und der Gesamtinhalt der Böden (9) im oberen Teil (8) der Verstärkungssektion (6) 0,04 bis 0,40 des Gesamtinhaltes der restlichen Böden (9) der Kolonne (1).

Das Verfahren zur automatischen Steuerung des Maischedestillierapparates sieht eine Regelung der Rohstoff- und Heizdampfzuführung in die Kolonne (1) und der Alkoholdestillatabführung sowie ein Korrektieren der genannten Parameter in Abhängigkeit von den Alkoholverlusten mit Sumpfprodukt voraus. Dabei bestimmt man die Alkoholverluste mit Sumpfprodukt nach einem Gehalt an Alkohol in der Dampfphase des auf dem 2. bis 5. Boden (9) der Abtriebsektion (5) der Kolonne (1) sich befindenden Sumpfproduktes.

Am vorteilhaftesten kann die Gruppe der Erfindungen in den Anlagen vom indirekten Prinzip sowie in den separaten Aggregaten, die eine einzige Maischedestillierkolonne enthalten angewendet werden.



PATENTANSPRÜCHE

1. Maischedestillierapparat, der eine Kolonne mit einer Abtriebssektion und einer Verstärkungssektion, Böden für einen Stoffaustausch zwischen Flüssigkeit und Dampf, die der Kolonnenhöhe entlang angeordnet sind, einen über ein Rohrleitungssystem mit der Verstärkungssektion der Kolonne verbundenen Wärmetauscher sowie Stutzen entsprechend für Rohstoff- und Heizdampfzuführung und Sumpfpunkt- abführung enthält, dadurch gekennzeichnet, dass die Querschnittsfläche eines nicht unter dem 2. und nicht über dem 8. Boden (9) ab Rohstoffzuführungsstutzen (4) angeordneten oberen Teils (8) der Verstärkungssektion (6) der Kolonne (1) 0,25 bis 0,64 der Querschnittsfläche des restlichen Teils der Kolonne (1) und der Gesamthöhe der Böden (9) im oberen Teil (8) der Verstärkungssektion (6) 0,04 bis 0,40 des Gesamthöhen der restlichen Böden (9) der Kolonne (1) beträgt.

2. Verfahren zur automatischen Steuerung eines Maischedestillierapparates nach Anspruch 1 mit Abzugstutzen auf der Höhe jedes Bodens vom 2. bis 5. Boden der Abtriebssektion (5) der Kolonne (1) durch Regelung der Rohstoff- und Heizdampfzuführung sowie der Alkoholdestillatabführung und durch Korrektieren der genannten Parameter in Abhängigkeit von den Alkoholverlusten mit Sumpfpunkt, dadurch gekennzeichnet, dass man die Alkoholverluste mit Sumpfpunkt aus einem Gehalt an Alkohol in der Dampfphase des Sumpfpunktes bestimmt, das sich auf dem 2. bis 5. Boden (9) der Abtriebssektion (5) der Kolonne (1) befindet.

Die Erfindung bezieht sich auf Hydrolyseindustrie, genauer auf Maischedestillierapparate, insbesondere auf die Anlagen zur Herstellung von Äthanol und Verfahren in ihrer Steuerung.

Zur Zeit vermehrt sich in der ganzen Welt das Defizit an Bodenschätzen, die als Rohstoff für flüssigen Motorkraftstoff angewendet werden. Demzufolge ist die Produktion von Motorkraftstoff aus billigen, leicht verfügbaren, z.B. pflanzlichen Rohstoff von grosser Bedeutung.

Besonders gute Aussichten hat der Motorkraftstoff, dessen Hauptbestandteil Äthanol darstellt, das durch die Hydrolyse von Produkten pflanzlicher Herkunft (Span, Holzmehl und andere Abfälle der Verarbeitung von verschiedenen Holzarten, Abfälle der Verarbeitung von landwirtschaftlichen Produkten) hergestellt wird.

Bei der Äthanolherstellung spielt die Wirtschaftlichkeit des Prozesses eine grosse Rolle, die hauptsächlich durch den Energieaufwand des Prozesses, die Ausbeute an fertigen Produkten und den Metallaufwand der Ausrüstungen bestimmt wird.

Ausserdem wird an Äthanol, das ein Bestandteil des Motorkraftstoffes darstellt, eine Qualitätsforderung gestellt, die eine Reduzierung von schädlichen Beimengungen voraussetzt, die die Korrosion des Motormetalls bewirken und beim Verbrennen des Alkohols die Umwelt toxisch belasten.

Nach dem Hydrolyseverfahren stellt man Alkohol auf Maischedestillieranlagen her aus Maische, die ihrerseits durch Vergären der Lösungen von aus pflanzlichen Rohstoffen durch Säurehydrolyse gewonnenen Zuckern hergestellt worden ist.

Die Maischedestillieranlagen werden nach dem direkten, mittelbaren und indirekten Prinzip betrieben und bestehen aus einem bzw. mehreren Apparaten verschiedener Bestimmung (Maische-, Vorlauf-, Alkoholapparate u.a.).

Die Besonderheit eines industriellen Hydrolyseverfahrens besteht im Fehlen der Taktmässigkeit infolge einer diskontinuierlichen Fahrweise der Hydrolyseapparate, was ein Ein-

treten von beträchtlichen Schwankungen der Ausgangsparameter beim Herstellen von Alkohol zur Folge hat und die Prozesssteuerung erschwert.

Die Anlagen vom direkten und halbdirekten Prinzip sind besonders wirtschaftlich, wegen einer Verbindung deren einzelner Apparate durch die dampfförmige Produktströme ist es aber unmöglich, die technologischen Hauptparameter zu stabilisieren, was eine die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens zur Herstellung von Alkohol senkende Erhöhung der Verluste an Alkohol zur Folge hat.

Ausserdem kann der auf diesen Anlagen hergestellte Alkohol unerwünschte Beimengungen aufweisen, die die Metallkorrosion auslösen und in Form von Alkoholverbrennungsprodukten die Umwelt toxisch belasten.

Zur Herstellung von rektifiziertem Alkohol sind die Anlagen vom indirekten Prinzip weit angewendet, die infolge einer Verbindung der einzelnen Apparate nur durch die flüssigen Produktströme die Stabilität des betreffenden Verfahrens bei unterschiedlichen Schwankungen von Ausgangsparametern gewährleisten.

Die Maischedestillieranlagen vom indirekten Prinzip lassen eine Herstellung von Alkohol mit geringeren Verlusten und von höherer Qualität zu, d.h. von Alkohol, das keine Beimengungen (insbesondere organische) enthält, die die Metallkorrosion auslösen bzw. die Umwelt beim Alkoholverbrennen toxisch belasten.

Die Verluste bei der Herstellung von Alkohol erfolgen meistens (50 bis 90% sämtlicher Verluste) in den Maischedestillierapparaten, die zu den Maischedestillieranlagen gehören und aus einer Maischekolonne, einem Wärmetauscher sowie Rohrleitungen bestehen.

Darüber hinaus beträgt der Metallaufwand zur Herstellung von Maischedestillierapparaten 40 bis 80% des gesamten Metallaufwandes der Maischeanlage.

Die Maischedestillierapparate bestimmen also die Wirtschaftlichkeit praktisch der ganzen Maischeanlage, wo der Energieaufwand die Ausbeute an fertigen Produkt und der Metallaufwand Hauptkennwerte sind.

Es ist ein in den Anlagen vom indirekten Prinzip eingesetzter Maischedestillierapparat zur Herstellung von Alkoholdestillat mit einem Alkoholgehalt von 20 bis 30% aus einer Hydrolysemaische bekannt, der aus einer Kolonne, die die Abtrieb- und Verstärkungssektionen, Böden für einen Stoffaustausch zwischen Flüssigkeit und Dampf, die der Kolonnenhöhe entlang angeordnet und mit Dampfdurchtrittsöffnungen versehen sind, sowie Flüssigkeitsablaufschächten vom einen zum anderen Boden enthält, aus einem mit der Verstärkungssektion der Kolonne über Rohrleitungen verbundenen Wärmetauscher sowie aus Rohstoff- und Heizdampfzu- und Sumpfpunkt- abführungsstutzen besteht (V.I. Sharkov, S.A. Sapotnitski, O.A. Dmitrieva, I.F. Tumanov «Technologie der Hydrolyse», veröff. 1973, Verlag «Lesnaya promyshlennost», Moskau, S. 250–258).

Es ist ein Verfahren zur automatischen Steuerung des Maischedestillierapparates bekannt, das eine Regelung der Rohstoff- und Heizgaszuführung sowie der Alkoholdestillatabnahme, eine Bestimmung der Alkoholgehaltschwankungen im Alkoholdestillat und eine sollwertabhängige Änderung der Rohstoffzuführung voraussetzt, wobei tatsächlicher Durchsatz nach dem Alkoholdestillatverbrauch und dem Alkoholgehalt in diesem bestimmt wird.

Der Gehalt an Alkohol im Alkoholdestillat in Abhängigkeit von dem Druck und der Temperatur der Flüssigkeitsphase eines Produktes wird im Prüfquerschnitt der Verstärkungssektion der Kolonne bestimmt (SU-ES 390 137, veröff. 1971).

Der erwähnte Maischedestillierapparat ist durch einen erhöhten Energieaufwand des Verfahrens wegen eines gros-

sen Heizdampfaufwandes zur Verdampfung des im Alkoholdestillat enthaltenen Wassers gekennzeichnet, da je ein Teil Alkohol 3 bis 4 Teile Wasser zu verdampfen sind.

Ausserdem betragen im genannten Maischedestillierapparat Alkoholverluste mit Sumpfprodukt 1 bis 1,5% von der Ausbeute am fertigen Produkt, was auf die wiederholten Schwankungen der Prozessausgangsparameter und zugeordneten Zusammensetzungsschwankungen des Alkoholdestillats zurückzuführen ist, da innerhalb eines Alkoholkonzentrationsbereiches von 20 bis 30% die Flüchtigkeit des Alkohols besonders ausgeprägt von der Änderung der Ausgangsparameter beim Herstellen eines fertigen Produktes abhängt.

Dieses tritt vor allem in Erscheinung beim Einsetzen eines Rohstoffes mit einem Alkoholgehalt unter 3%, weil dabei sogar kleinere Verluste an Alkohol mit Sumpfprodukt (von z.B. 0,03%) eine beträchtliche Abnahme (um 1 bis 1,5%) der Ausbeute an Fertigprodukt zur Folge haben.

Darüber hinaus ist es mit Hilfe des genannten Maischedestillierapparates unmöglich, ein Handelsalkohol hoher Qualität aus einem unter 3% Alkohol enthaltenden Rohstoff herzustellen, da bei einem Alkoholgehalt von unter 30% Hauptbeimengungen (organische Säuren, Äther u.a.) nicht mit Sumpfprodukt abgetrennt, sondern mit dem Alkoholdestillat abgeleitet werden.

Besonders ausgeprägt tritt das in Erscheinung bei den wiederholten Schwankungen der Prozessausgangsparameter infolge eines Fehlens der Taktmässigkeit im Betreiben der Hydrolyseapparate.

Es ist ein Maischedestillierapparat zur Herstellung von Alkoholdestillat mit einem Alkoholgehalt von 80% bekannt, das dem technischen Prinzip nach der Erfindung am nächsten steht und von dem die Erfindung ausgeht.

Dieser Apparat besteht aus einer Kolonne, die eine Abtrieb- und eine Verstärkungssektion sowie der Kolonnenhöhe entlang angeordnete Böden zum Stoffaustausch zwischen Flüssigkeit und Dampf enthält, wobei im Gegensatz zum vorhergehenden Apparat die Verstärkungssektion der Kolonne mit den zusätzlichen Böden mit Dampfdurchtrittsöffnungen und den Flüssigkeitsablaufschächten vom einen zum anderen Boden ausgerüstet ist. Die Anzahl der zusätzlichen Böden ist durch den Soll-Gehalt an Alkohol im Alkoholdestillat (in diesem Falle 80%) bedingt. Der Apparat besitzt auch einen mit der Verstärkungssektion der Kolonne über Rohrleitungen verbundenen Wärmetauscher sowie Rohstoff- und Heizdampfzu- und Sumpfproduktabfuhrstutzen (P.S. Tsygankov «Neues in der Destillation von Äthanol», veröff. 1973, Verlag Tsniitei pischeprom, Moskau, S. 33).

Das erfindungsgemässe Verfahren zur automatischen Steuerung des Maischeapparates geht von einem Verfahren aus, das in einer Regelung der Rohstoff- und Heizdampfzuführung und der Alkoholdestillatabnahme besteht, wobei man ein Korrigieren der genannten Parameter in Abhängigkeit von den Alkoholverlusten mit Sumpfprodukt durchführt. Die Verluste an Alkohol mit Sumpfprodukt bestimmt man nach dem Alkoholgehalt in der Flüssigkeitsphase des letzten (SU-ES 637 427, veröff. 1977).

Der Maischeapparat und das Verfahren zu seiner automatischen Steuerung, von dem die Erfindung ausgeht, gewährleisten im Vergleich zum vorgenannten Analog einen niedrigen Energieaufwand des Prozesses zur Alkoholherstellung.

Wegen einer Erhöhung des Alkoholgehaltes auf den Böden im Vergleich zum vorgenannten Analog treten aber die zusätzlichen Alkoholverluste mit Sumpfprodukt auf, d.h. dass dieser Maischedestillierapparat und Verfahren zu seiner Steuerung keine Möglichkeit der Steigerung der Ausbeute an Fertigprodukt gewährleisten.

Die Alkoholverluste mit Sumpfprodukt vergrössern sich

noch mehr während einer Umstellungsfahrweise infolge einer längeren Zeit der Reaktionsverzögerung des Systems auf Änderung des Alkoholgehaltes im Alkoholdestillat.

Darüber hinaus verschlechtert sich die Qualität des Handelsalkohols bei Schwankungen des Alkoholgehaltes im Rohstoff infolge einer niedrigen Empfindlichkeit des Systems auf die Änderungen des zu überwachenden Parameters, d.h. auf die Änderung der Verluste an Alkohol mit Sumpfprodukt wegen einer niedrigen Geschwindigkeit der Alkoholgehaltsänderung in der Flüssigkeitsphase.

Der genannte Maischedestillierapparat ist durch einen hohen Metallaufwand der Konstruktion gekennzeichnet, was zusammen mit einer ungenügend hohen Ausbeute an Fertigprodukt die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens zur Herstellung von Alkohol senkt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Maischedestillierapparat zu schaffen, bei dem eine Verstärkungssektion so ausgeführt ist, sowie ein Verfahren zur automatischen Steuerung dieses Apparates zu entwickeln, in dem die Alkoholverluste mit einem Sumpfprodukt auf solcher Weise bestimmt werden, um Alkoholverluste mit Sumpfprodukt zu reduzieren und die Empfindlichkeit des Systems auf Änderungen der genannten Alkoholverluste bei einem minimalen Energieaufwand des Prozesses zu erhöhen.

Diese Aufgabe wird, ausgehend von einem Maischeapparat, der eine Kolonne mit einer Abtrieb- und einer Verstärkungssektion, der Kolonnenhöhe entlang angeordnete Böden zum Stoffaustausch zwischen Flüssigkeit und Dampf, einen mit einer Verstärkungssektion der Kolonne über ein Rohrleitungssystem verbundenen Wärmetauscher sowie Stutzen entsprechend für Rohstoff- und Heizdampfzuführung und Sumpfproduktabfuhrung enthält, erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass die Querschnittsfläche des oberen Teils der Verstärkungssektion der Kolonne, die nicht unter dem 2. und nicht über dem 8. Boden ab Rohstoffzuführungsstutzen liegt, 0,25 bis 0,64 der Querschnittsfläche des restlichen Teils der Kolonne und der Gesamthalt der Böden im oberen Teil der Verstärkungssektion 0,04 bis 0,40 des Gesamthalts der restlichen Kolonnenböden beträgt.

Im bekannten Verfahren zur automatischen Steuerung eines Maischedestillierapparates, das eine Regelung der Rohstoff- und Heizdampfzuführung in die Kolonne und der Alkoholdestillatabnahme sowie ein Korrigieren der genannten Parameter in Abhängigkeit von den Alkoholverlusten mit Sumpfprodukt vorsieht, bestimmt man die Alkoholverluste mit Sumpfprodukt erfindungsgemäss nach dem Alkoholgehalt in einer Dampfphase des auf dem 2. bis 5. Boden der Abtriebsektion der Kolonne sich befindenden Sumpfproduktes.

Versuchsweise haben die Erfinder festgestellt, dass bei einer Reduzierung des Bodeninhaltes in der Verstärkungssektion der Kolonne, die nicht unter dem 2. und nicht über dem 8. Boden ab Rohstoffzuführungsstutzen, d.h. in einer Zone, wo ein Produkt mit einem Alkoholgehalt von über 20 bis 30% gebildet wird, angeordnet sind, die Wirksamkeit der Kolonne nicht nur nicht verschlechtert, sondern bei einem Gesamthalt der genannten Böden in den Grenzen von 0,04 bis 0,40 bezogen auf den Gesamthalt der restlichen Kolonnenböden infolge einer effektvollen Trennung der Bestandteile auch verbessert ist, was eine Abnahme der Alkoholverluste mit Sumpfprodukt und eine Reduzierung des Prozessenergieaufwandes zur Folge hat. Insbesondere nimmt bei einer effektvollen Trennung der Bestandteile die Menge eines der Kolonne zurückzuführenden Rückflusses und folglich auch den Verbrauch an Heizdampf für die Verdampfung des im Alkoholdestillat enthaltenen Wassers ab.

Ausserdem sichert der genannte Bereich des Gesamthalt von Böden im oberen Teil der Verstärkungssektion der

Kolonne einen stabileren Alkoholgehalt im Alkoholdestillat (bei den vorgegebenen Werten von 40 bis 95 Vol.-%), was eine Konstanthaltung der optimalen Betriebsweise erleichtert.

Insbesondere tritt das in Erscheinung beim Einsetzen eines Rohstoffes mit einem Alkoholgehalt von unter 3%. Daraus folgt die Zweckmässigkeit einer Gestaltung der Verstärkungssektion der Kolonne in Form von zwei Teilen: oberer Teil mit einem Gesamthalt der Böden von 0,04 bis 0,40 des Gesamthalt der restlichen Böden und unterer Teil mit den Böden für Flüssigkeit mit einem Alkoholgehalt von 20 bis 30%.

Der genannte Bereich des Bodengesamthalt im oberen Teil der Verstärkungssektion gewährleistet eine beträchtliche Abnahme des Metallaufwandes der Maischedestillierapparatkonstruktion, was die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens zur Herstellung von Alkohol steigert.

Versuchsweise wurde festgestellt, dass die Anordnung des oberen Teils der Verstärkungssektion unter dem 2. Boden ab Rohstoffzuführungsstutzen zum Mitreissen der Flüssigkeit und zur Funktionsunfähigkeit des Apparates führt, und die Anordnung des oberen Teils über dem 8. Boden ab Rohstoffzuführungsstutzen eine starke Verlängerung der Reaktionsverzögerungszeit auf die Änderung des zu überwachenden Parameters sowie eine Steigerung der Alkoholverluste zur Folge hat.

Der Auswahl einer solchen Konstruktion des Maischedestillierapparates bedingt auch eine Verkürzung der Reaktionsverzögerungszeit auf die Änderung des Alkoholgehaltes im Alkoholdestillat durch eine Zeitverkürzung der Alkoholansammlung auf den oberen Böden infolge deren geringeren Inhaltes.

Die Grenzen des Gesamthalt der Böden im oberen Teil im genannten Bereich sind dadurch bedingt, dass beim Gesamthalt der Böden im oberen Teil unter 0,04 von dem Inhalt der restlichen Böden keine erforderliche Wirksamkeit der Trennung der Bestandteile in den Gegenstromapparaten zur Herstellung von Alkoholdestillat gesichert wird, was einen Energieaufwand des Prozesses sowie Alkoholverluste mit Sumpfprodukt steigert.

Bei einem Gesamthalt der Böden im oberen Teil von über 0,4 von dem Gesamthalt der restlichen Böden der Kolonne wird keine optimale Fahrweise im Verfahren zur Herstellung von Alkohol gesichert und erfolgt eine Steigerung des Metallaufwandes des Maischedestillierapparates.

Ein Verhältnis des Oberteilquerschnittes der Verstärkungssektion zur Querschnittsfläche des restlichen Teils der Kolonne von 0,25 bis 0,64 gewährleistet unter Einhaltung eines Verhältnisses des Gesamthalt der Böden im oberen Teil der Kolonne zum Gesamthalt der restlichen Böden in den Grenzen von 0,04 bis 0,40 die besten Stoffaustauschbedingungen zwischen Flüssigkeit und Dampf in den weit verwendeten Konstruktionen der Maischedestillierapparate nach dem Gegenstromprinzip.

Die Erfinder haben festgestellt, dass in den genannten Grenzen des Bodengesamthalt im oberen Teil der Verstärkungssektion eine erforderliche Wirksamkeit der Trennung in den Gegenstromapparaten sowie eine ausreichende zeitoptimale Steuerung nach dem erfindungsgemässen Verfahren mit einer optimalen Ausbeute an Handelsalkohol garantierter Qualität gewährleistet sind.

Die Erfinder haben versuchsmässig festgestellt, dass unter Anwendung eines Maischeapparates insbesondere solchen der erfindungsgemässen Konstruktion die Geschwindigkeit der Alkoholgehaltänderung in der Dampfphase beträchtlich die Änderungsgeschwindigkeit dieses Parameters in der Flüssigkeitsphase übersteigt, was auf eine Erhöhung der Systemempfindlichkeit auf die Änderung des zu überwachenden Parameters, d.h. der Alkoholverluste mit Sumpfprodukt hin-

deutet.

Besonders stark tritt dieses in Erscheinung bei der Verarbeitung eines unter 3% Alkohol enthaltenden Rohstoffes.

Versuchsmässig wurde festgestellt, dass auf dem 2. bis 5. Boden sich eine Zone der konstanten Alkoholzusammensetzung im Produkt befindet, wodurch eine Bestimmung der Alkoholverluste in dieser Zone unter Einhaltung der erforderlichen Systemempfindlichkeit für die Durchführung der Prozessparameteranpassungen eine Messungsstabilität gewährleistet ist.

Bei der Bestimmung des Alkoholgehaltes in der Dampfphase des auf dem 1. Boden sich befindenden Sumpfproduktes nimmt die Genauigkeit der Messungen wegen Spritzermitreissen ab.

Bei der Bestimmung des Alkoholgehaltes in der Dampfphase des über dem 5. Boden sich befindenden Sumpfproduktes nimmt die Genauigkeit der Messungen infolge beträchtlicher Konzentrationsschwankungen in der genannten Zone ab.

Die oben genannten Vorteile und Merkmale der vorliegenden Gruppe der Erfindungen erläutert nachfolgende detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sowie Zeichnung, die einen Maischedestillierapparat in Längsquerschnitt mit einem Steuerungssystem zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens zur automatischen Steuerung des Maischedestillierapparates zeigt.

Es ist zu bemerken, dass die Zeichnung schematisch dargestellt ist und die Erfindung nur erläutern soll, ohne die Abmessungen der dem Maischeapparat zugehörenden Bestandteile, deren Verhältnisse sowie die Gerätetypen usw. einzuschränken.

Der Maischedestillierapparat besteht aus einer Kolonne 1, die ein Gehäuse 2 mit einem Deckel 3 besitzt. Ein Stutzen 4 für die Zuführung des Rohstoffes A in die Kolonne 1 teilt das Gehäuse 2 längs seiner Höhe in eine Abtrieb- (5) und eine Verstärkungssektion 6.

Die Verstärkungssektion 6 besteht aus einem unteren 7 und einem oberen Teil 8, dessen Querschnittsfläche 0,25 bis 0,64 der Querschnittsfläche einer restlichen Teil der Kolonne 1 beträgt.

Im Inneren des Gehäuses 2 der Kolonne 1 längs ihrer gesamten Höhe sind Böden 9 zum Stoffaustausch zwischen Flüssigkeit und Dampf eingebaut. Die Böden haben Dampf-durchtrittsöffnungen 10 und Flüssigkeitsablaufschächte 11 vom einen zum anderen Boden. Die Böden können in Form von Ventil-, Glocken-, Schuppboden u.ä. ausgeführt werden.

Der obere Teil 8 der Verstärkungssektion 6 der Kolonne 1 ist nicht unter dem 2. und nicht über dem 8. Boden 9 ab Rohstoffzuführungsstutzen 4 der Kolonne 1 angeordnet.

Der Gesamthalt der Böden 9 im oberen Teil 8 beträgt 0,04 bis 0,40 des Gesamthalt der restlichen Böden 9 der Kolonne 1.

Die Kolonne 1 weist auch einen Heizdampfzuführungsstutzen 12 (B) und einen Sumpfproduktabführungsstutzen 13 (C) auf.

Zum Maischedestillierapparat gehört auch ein Wärmetauscher 14, dessen Dampfsektion (in der Zeichnung nicht gezeigt) über eine Rohrleitung 15 durch eine Öffnung (in der Zeichnung nicht gezeigt) im Deckel 3 des Gehäuses 2 mit der Kolonne 1 und dessen Kondensatkammer (in der Zeichnung nicht gezeigt) über eine Rohrleitung 16 mit dem oberen Boden 9' der Kolonne 1 und eine Rohrleitung 17 mit einer nächsten Kolonne (in der Zeichnung nicht gezeigt) der Maischeanlage verbunden sind.

Der Alkoholgehalt in der Dampfphase nach dem oberen Boden 9' des unteren Teils 7 der Verstärkungssektion 6 beträgt 20 bis 30%.

Der Maischedestillierapparat arbeitet wie folgt.

Der Kolonne 1 werden über den Stutzen 4 Rohstoff (A) – Hydrolysemaische – und über den Stutzen 12 Heizdampf (B) zugeführt.

Die auf dem unteren Boden 9 mit dem Heizdampf (B) beheizte Flüssigkeit fängt an zu siedeln, wobei ein Dampf entsteht, der auf dem oben angeordneten Boden 9 über die Dampfdurchtrittsöffnungen 10 eintritt. Die Flüssigkeit mit einem ständig abnehmenden Gehalt an Alkohol überfließt nacheinander die Flüssigkeitsablaufschächte 11 vom einen zum anderen Boden. Dabei werden aus der Flüssigkeit Alkohol und leichtflüchtige Verbindungen abgetrieben, so dass im Sumpf der Kolonne 1 der Gehalt an diesen 0,01 bis 0,05% beträgt. Aus der Kolonne 1 wird über den Stutzen 13 ein Sumpfprodukt (C) mit dem genannten Alkoholgehalt abgeführt.

Im unteren Teil 7 der Verstärkungssektion 6 der Kolonne 1 erfolgt eine Verstärkung der Dampfphase mit dem Alkohol und leichtsiedenden Bestandteilen bis zu einer Konzentration von 20 bis 30%, wonach die Dampfphase in das obere Teil 8 der Verstärkungssektion 6 gelangt, wo eine Verstärkung dieser bis zu einer Konzentration von 40 bis 95% erfolgt. Die verstärkte Dampfphase mit dem Gehalt an Alkohol von 40 bis 95% gelangt über eine Öffnung (in der Zeichnung nicht gezeigt) im Deckel 3 der Kolonne 1 über die Rohrleitung 15 in die Dampfkammer (in der Zeichnung nicht gezeigt) des Wärmetauschers 14, in der eine Kondensation von Alkoholdämpfen erfolgt, anschliessend in die Kondensatkammer (in der Zeichnung nicht gezeigt) des Wärmetauschers 14, in der eine zusätzliche Abkühlung des hergestellten Alkoholdestillats erfolgt, wonach dem Wärmetauscher 14 das abgekühlte Alkoholdestillat (D) abgeführt wird. Ein Teil des gekühlten Alkoholdestillats wird abgenommen und über die Rohrleitung 17 in die nächste Kolonne (in der Zeichnung nicht gezeigt) zwecks zusätzlicher Reinigung zur Herstellung eines Handelsalkohols überführt. Der restliche Teil des Alkoholdestillats wird als Rückfluss dem oberen Boden 9' der Kolonne 1 zurückgeleitet.

Die automatische Steuerung des Maischedestillierapparates wird wie folgt durchgeführt.

Den beiden Eingänge einer Funktionseinheit 18 werden die den Sollwerten des Alkoholgehaltes im Alkoholdestillat (D) und der Alkoholverluste mit Sumpfprodukt (C) entsprechend zugeordneten Signale zugeführt.

Die Alkoholverluste mit Sumpfprodukt bestimmt man aus einem gemessenen Gehalt an Alkohol in der Dampfphase, was eine Empfindlichkeit des Systems auf die Änderung des zu überwachenden Parameters, d.h. der Alkoholverluste mit Sumpfprodukt, steigert.

Zur Gewährleistung einer Messungsstabilität unter Einhaltung einer erforderlichen Empfindlichkeit des Systems bestimmt man die Alkoholverluste in einer Zone der konstanten Zusammensetzung, die sich in Abhängigkeit von der Belastung auf die Kolonne 1, der Alkoholkonzentration im Rohstoff und den Stoffaustauschbedingungen in den Grenzen vom 2. bis 5. Boden, gezählt von unten, befindet.

Die Signale eines Gebers 19 für den Alkoholgehalt im Alkoholdestillat und eines Gebers 20 für die Alkoholverluste mit Sumpfprodukt werden den anderen Eingängen der Funktionseinheit 18 zugeführt, wo man die Abweichungen der genannten Parameter von den Sollwerten bestimmt und die erforderlichen Werte des Rohstoffs, Heizdampfes und abzunehmenden Alkoholdestillats einstellt, die in Form von Sollwerten auf einen Regler 21 eines Rohstoffzuführungsregelungskreises, auf einen Regler 22 eines Heizdampfzuführungsregelungskreises und auf einen Regler 23 eines Alkoholdestillatabführungsregelungskreises gelangen. Die genannten Regler 21, 22, 23 bilden nach einem Vergleich der in Form von Signalen aus der Funktionseinheit 18 erhaltenen Soll-

werte mit den Signalen von einem Geber 24 für den Rohstoffverbrauch, einem Geber 25 für den Heizdampfverbrauch und einem Geber 26 für den Alkoholdestillatverbrauch Signale zur Steuerung der Stellglieder 27, 28, 29 der entsprechenden Kreise. Dabei erfolgt durch diese Stellglieder 27, 28, 29 eine Änderung der Rohstoff- bzw. Heizdampfzuführung und der Alkoholdestillatabführung bis zu den vorgenannten Sollwerten des Alkoholgehaltes im Alkoholdestillat und der Alkoholverluste mit Sumpfprodukt.

Beispiel 1

Dem Maischedestillierapparat mit einer Kolonne 1, die mit 60 Böden 9 versehen ist, wurden auf den 30. Boden über einen Rohstoffzuführungsstutzen 4 45 m³/h Maische (A) mit einem Alkoholgehalt von 1,2% zugeführt.

Der obere Teil 8 der Verstärkungssektion 6 der Kolonne 1 wurde mit 26 Böden ausgerüstet, wobei der Gesamthalt der Böden 0,4 des Gesamthalt der restlichen Böden der Kolonne 1 betrug. Die Querschnittsfläche des oberen Teils 8 der Verstärkungssektion 6 betrug 0,25 der Querschnittsfläche des restlichen Teils der Kolonne 1. Auf dem 8. Boden über den Rohstoffzuführungsstutzen 4 (unterster Boden 9 des oberen Teils 8 der Verstärkungssektion 6) betrug der Alkoholgehalt in der Dampfphase 21 bis 28%. Das Gewicht der

Kolonne 1 des Maischedestillierapparates betrug 22 Tonnen. Es wurde ein Alkoholdestillat (D) hergestellt, das 95% Alkohol und insgesamt 400 bis 600 mg/l die Qualität des Alkohols kennzeichnende organische Beimengungen enthält.

Danach fing man an, die 1,5% Alkohol enthaltende Maische zugeben, was eine Änderung der Zusammensetzungen von Alkoholdestillat (D) und Sumpfprodukt (C) zur Folge hatte, wobei man die Zugabe von Heizdampf (B), Maische (A) und die Abführung von Destillat (D) nach dem erfindungsgemässen Verfahren durchführte. Die Übergangsperiode betrug 15 bis 20 Minuten, wonach ein 96,1% Alkohol und 380 bis 600 mg/l meistens aus organischen Säuren und Äther (Ameisen- und Essigsäure, Äthylazetat u.a.) bestehenden organischen Beimengungen enthaltendes Alkoholdestillat hergestellt wurde. Die Alkoholverluste betrugen 0,012%. Während einer Übergangsfahrweise blieben diese praktisch unverändert. Der Heizdampfverbrauch (B) betrug 5,0 t/h. Während der Übergangsfahrweise blieb der Dampfverbrauch praktisch unverändert.

Dem Maischedestillierapparat mit einer Kolonne der bekannten Konstruktion mit derselben Anzahl von Böden und einem Gewicht von 31 Tonnen wurde eine 1,2% Alkohol enthaltende Maische zugeführt.

Es wurde ein Alkoholdestillat (D) hergestellt, das 95% Alkohol und 800 bis 1500 mg/l organische Beimengungen (meistens organische Säure und Äther) enthält. Die Alkoholverluste mit Sumpfprodukt betrugen 0,024 bis 0,025%.

Sodann fing man an, die 1,5% Alkohol enthaltende Maische zuzugeben. Die Übergangsperiode dauerte 4 bis 6 Stunden, wobei die Alkoholverluste mit Sumpfprodukt 0,02 bis 0,04% betrugen. Nach der Einstellung einer stabilen Fahrweise betrugen die entsprechenden Verluste 0,026 bis 0,028%.

Während einer stabilen Fahrweise wurde ein Alkoholdestillat hergestellt, das aus 95,2% Alkohol und 800 bis 1600 mg/l gesamten organischen Beimengungen bestand.

Daraus folgt, dass unter Anwendung der vorliegenden Erfindung bei einem um das 1,4fache kleinere Gewicht der Kolonne 1 die Alkoholverluste doppelt so klein bei einer bestimmten Zunahme des Alkoholgehaltes sind, der Heizdampfverbrauch um 10% abnimmt, die Übergangsperiode sich um das 12fache verkürzt und die Ausbeute an Fertigprodukt um das 0,8fache zugenommen hat. Ausserdem nimmt die Qualität des Alkohols durch eine Abnahme der organischen Beimengungen zu.

Beispiel 2

Dem Maischedestillierapparat mit einer Kolonne 1, die mit 42 Glockenböden 9 versehen ist, wurden dem 26. Boden über einen Rohstoffzuführungsstutzen 4 46 m³/h Maische (A) mit einem Alkoholgehalt von 1,1% zugeführt.

Der obere Teil 8 der Verstärkungssektion 6 der Kolonne 1 wurde mit 12 Böden 9 ausgerüstet, wobei der Gesamteinhalt der Böden 0,18 des Gesamteinhaltes der restlichen Böden 9 der Kolonne 1 betrug. Die Querschnittsfläche des oberen Teils 8 der Verstärkungssektion 6 betrug 0,50 der Querschnittsfläche des restlichen Teils der Kolonne 1. Auf dem 5. Boden über den Rohstoffzuführungsstutzen 4 (unterster Boden 9 der Verstärkungssektion 6) betrug der Alkoholgehalt in der Dampfphase 20 bis 22%. Das Gewicht der Kolonne 1 des Maischedestillierapparats betrug 17 Tonnen.

Es wurde ein Alkoholdestillat hergestellt, das 70 bis 72% Alkohol und insgesamt 800 bis 900 mg/l die Qualität des Alkohols kennzeichnende Beimengungen enthält.

Danach fing man an, eine 1,6% Alkohol enthaltende Maische zuzugeben, was eine Änderung der Zusammensetzungen von Alkoholdestillat (D) und Sumpfprodukt (C) zur Folge hatte, wobei man die Zugabe des Heizdampfes (B), der Maische (A) und die Abführung des Destillats (D) nach dem vorliegenden Verfahren durchführte. Die Übergangsperiode dauerte 15 bis 20 Minuten, wonach ein 71% Alkohol und insgesamt 800 bis 900 mg/l organische Beimengungen enthaltendes Alkoholdestillat hergestellt wurde. Die Alkoholverluste betrugen 0,011 bis 0,012%. Während einer Übergangsfahrweise blieben diese praktisch unverändert. Der Heizdampfverbrauch (B) betrug 4,6 t/h. Während der Übergangsfahrweise blieb der Dampfverbrauch (B) praktisch unverändert.

Dem Maischedestillierapparat mit einer Kolonne der bekannten Konstruktion mit derselben Anzahl der Böden und einem Gewicht von 22 t wurde eine 1,1% Alkohol enthaltende Maische zugeführt.

Es wurde ein Alkoholdestillat hergestellt, das 68% Alkohol und insgesamt 1000 bis 1600 mg/l organische Beimengungen enthält. Die Alkoholverluste mit Sumpfprodukt betrugen 0,024 bis 0,028%. Der Heizdampfverbrauch betrug 5,1 t/h.

Sodann fing man an, eine 1,6% enthaltende Maische zuzugeben. Die Übergangsperiode dauerte 4 bis 5 Stunden, wobei die Alkoholverluste mit Sumpfprodukt 0,03 bis 0,04% betrugen. Nach der Einstellung einer stabilen Fahrweise betrugen die entsprechenden Verluste 0,024 bis 0,028%.

Während einer stabilen Fahrweise wurde ein Alkoholdestillat hergestellt, das aus 70% Alkohol und insgesamt 1000 bis 1600 mg/l organischen Beimengungen bestand.

Daraus folgt, dass unter Anwendung der vorliegenden Erfindung bei einem um 20% kleineren Gewicht der Kolonne 1 die Alkoholverluste doppelt so klein bei einer bestimmten Zunahme des Alkoholgehaltes sind, der Heizdampfverbrauch um 10% abnimmt, die Übergangsperiode sich um das 12fache verkürzt und die Ausbeute an Fertigprodukt um das 0,7fache zugenommen hat. Ausserdem nimmt die Qualität des Alkohols durch eine Abnahme der organischen Beimengungen zu.

Beispiel 3

Dem Maischedestillierapparat mit einer Kolonne 1, der mit 36 Böden 9 versehen ist, wurde auf dem 30. Boden 9 über einen Rohstoffzuführungsstutzen 4 42 m³/h Maische (A) mit einem Alkoholgehalt von 1,0% zugeführt.

Der obere Teil 8 der Verstärkungssektion 6 der Kolonne 1 wurde mit 4 Böden 9 ausgerüstet, wobei der Gesamteinhalt der Böden 0,04 des Gesamteinhaltes der restlichen Böden 9 der Kolonne 1 betrug. Die Querschnittsfläche des oberen Teils 8 der Verstärkungssektion 6 betrug 0,60 der Querschnittsfläche des restlichen Teils der Kolonne 1. Auf dem 3. Boden über den Rohstoffzuführungsstutzen 4 (unterster Boden des oberen Teils 8 der Verstärkungssektion 6) betrug der Alkoholgehalt in der Dampfphase 28 bis 30%. Das Gewicht der Kolonne 1 des Maischedestillierapparates betrug 17 t.

Es wurde ein Alkoholdestillat hergestellt, das 45% Alkohol und insgesamt 1000 bis 1200 mg/l die Qualität des Alkohols kennzeichnende organische Beimengungen enthält.

Danach fing man an, eine 1,6% Alkohol enthaltende Maische (A) zuzugeben, was eine Änderung der Zusammensetzungen von Alkoholdestillat (D) und Sumpfprodukt (C) zur Folge hatte, wobei man die Zugabe des Heizdampfes (B), der Maische (A) und die Abführung des Destillats (D) nach dem erfindungsgemässen Verfahren durchführte. Die Übergangsperiode dauerte 10 bis 15 Minuten, wonach ein 46% Alkohol und insgesamt 1000 bis 1200 mg/l organische Beimengungen enthaltendes Alkoholdestillat hergestellt wurde. Die Alkoholverluste betrugen 0,005%. Während einer Übergangsfahrweise blieben diese praktisch unverändert. Der Heizdampfverbrauch (B) betrug 5,2 t/h. Während der Übergangsfahrweise blieb der Heizdampfverbrauch praktisch unverändert.

Dem Maischedestillierapparat mit einer Kolonne der bekannten Konstruktion mit derselben Anzahl der Böden und einem Gewicht von 19 t wurde eine 1,0% Alkohol enthaltende Maische zugeführt.

Es wurde ein Alkoholdestillat hergestellt, das 42% Alkohol und insgesamt 1200 bis 1700 mg/l organische Beimengungen enthält. Die Alkoholverluste mit Sumpfprodukt betrugen 0,01%. Der Heizdampfverbrauch betrug 5,7 t/h.

Sodann fing man an, eine 1,6% Alkohol enthaltende Maische zuzugeben. Die Übergangsperiode dauerte 2 bis 3 Stunden, wobei die Alkoholverluste mit Sumpfprodukt 0,02% betrugen. Nach der Einstellung einer stabilen Fahrweise betrugen die entsprechenden Verluste 0,01%.

Während einer stabilen Fahrweise wurde ein Alkoholdestillat hergestellt, das aus 40% Alkohol und insgesamt 1200 bis 1700 mg/l organischen Beimengungen bestand.

Daraus folgt, dass unter Anwendung der vorliegenden Erfindung bei einem um 20% kleineren Gewicht der Kolonne 1 die Alkoholverluste doppelt so klein bei einer bestimmten Zunahme des Alkoholgehaltes sind, der Heizdampfverbrauch um 10% abnimmt, die Übergangsperiode sich um das 12fache verkürzt und die Ausbeute an Fertigprodukt um das 0,3fache zugenommen ist. Ausserdem nimmt die Qualität des Alkohols durch eine Abnahme der organischen Beimengungen zu.

Besonders erfolgreich kann die vorliegende Erfindung in den Anlagen vom indirekten Prinzip sowie in separaten Aggregaten, die eine einzige Maischedestillierkolonne enthalten, angewendet werden.

