



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 020 786 A1** 2008.11.06

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 020 786.9**

(22) Anmeldetag: **03.05.2007**

(43) Offenlegungstag: **06.11.2008**

(51) Int Cl.⁸: **B01D 3/14** (2006.01)

C12P 7/06 (2006.01)

C12G 3/12 (2006.01)

C07C 29/80 (2006.01)

(71) Anmelder:
GEA Wiegand GmbH, 76275 Ettlingen, DE

(72) Erfinder:
Bethge, Daniel, Dr., 76275 Ettlingen, DE

(74) Vertreter:
Weickmann & Weickmann, 81679 München

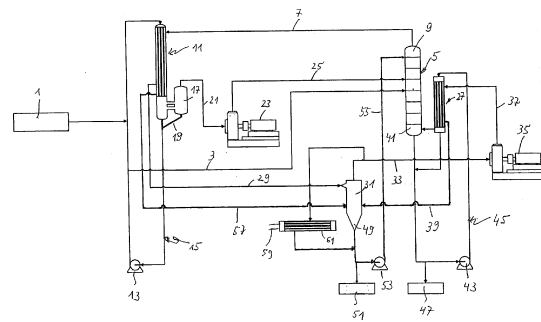
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu
ziehende Druckschriften:
AT 15 386 E

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Alkohol-Rektifikationsanlage**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Alkohol-Rektifikationsanlage mit einer Rektifikationskolonne (5) vorgeschlagen, deren Alkohol-Kopfbrüden für die Energiezufuhr zu einem Reboiler (27) der Rektifikationskolonne (5) ausgenutzt ist. Der Alkohol-Kopfbrüden der Rektifikationskolonne (5) wird zusätzlich für die Energiezufuhr zu einem zumindest einen Teil des zu rektifizierenden Rohalkohols verdampfenden Verdampfers (11) ausgenutzt. Der verdampfte Teil des Rohalkohols wird über einen Verdichter (23) der Rektifikationskolonne (5) als Zufluss zugeführt zu einem direkten Zuflussweg (3) für den Rohalkohol. Der in dem Verdampfer (11) teilweise energetisch abgearbeitete Alkohol-Kopfbrüden wird in einem Abscheider (31) in einen Dampfanteil und einen den rektifizierten Alkohol darstellenden Flüssigkeitsanteil getrennt. Der Dampfanteil wird über einen weiteren Verdichter (35) dem Reboiler (27) der Rektifikationskolonne (5) zugeführt. Eine derartige Rektifikationsanlage hat einen vergleichsweise geringen Energiebedarf, da der Wärmeinhalt des Alkohol-Kopfbrüdens der Rektifikationskolonne (5) weitgehend zurückgewonnen werden kann.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Alkohol-Rektifikationsanlage mit wenigstens einer Rektifikationskolonne, der zu rektifizierendes Alkohol-Wasser-Gemisch als Zufluss zuführbar ist und deren Alkohol-Kopfbrüden für die Energiezufuhr zu einem Reboiler einer Kolonne, insbesondere der Rektifikationskolonne ausgenutzt ist.

[0002] In einer herkömmlichen Destillieranlage wird der Alkohol aus fermentierten, d. h. vergorener und damit Alkohol enthaltender Maische mittels einer Destillationskolonne, auch Maischekolonne genannt, ausgetrieben. Da die Alkoholkonzentration des in der Destillationskolonne ausgetriebenen Rohalkohols vergleichsweise niedrig ist, muss die Alkoholkonzentration in einer nachfolgenden Rektifikationkolonne und gegebenenfalls einem Dehydrierungsprozess auf einen seiner späteren Verwendung beispielsweise als Kraftstoff für Brennkraftmaschinen oder Industriealkohol, aber auch als Trinkalkohol genügenden Wert erhöht werden.

[0003] Der Energiebedarf der Destillieranlage wird zum größten Teil durch den Energiebedarf der Rektifikationskolonne bestimmt, die üblicherweise durch Frischdampf beheizt wird. Es ist üblich, den Energieverbrauch der Destillationsanlage zu senken, indem die Wärmeenergie des Alkohol-Kopfbrüdens der Rektifikationskolonne zurückgewonnen wird. So ist es bekannt, mit dem Kopfbrüden der Rektifikationskolonne einen Reboiler einer weiteren Kolonne, beispielsweise der Destillationskolonne oder einer der Rektifikationskolonne im Aufkonzentrierungsweg vorgeschalteten Verstärkungskolonne zu beheizen. In diesem Zusammenhang ist es auch bekannt, den Kopfbrüden einer den Rohalkohol gewinnenden Destillationskolonne mit Hilfe eines mechanischen Brüdenverdichters so weit zu verdichten, dass der Energieinhalt des verdichteten Brüdens ausreicht, um den Reboiler der Destillationskolonne zu heizen.

[0004] Es ist Aufgabe der Erfindung einen Weg zu zeigen, wie die zum Betrieb der Rektifikationskolonne bereitzustellende Energie zum größten Teil zurückgewonnen werden kann.

[0005] Ausgehend von der eingangs erläuterten Alkohol-Rektifikationsanlage wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass der Alkohol-Kopfbrüden der Rektifikationskolonne zusätzlich für die Energiezufuhr zu einem zumindest einen Teil des zu rektifizierenden Alkohol-Wasser-Gemisches verdampfenden Verdampfers ausgenutzt ist und dass der verdampfte Teil des Alkohol-Wasser-Gemisches über einen Verdichter der Rektifikationskolonne als Zufluss zuführbar ist.

[0006] Der Erfindung liegt die Idee zugrunde, nur ei-

nen Teil der Kondensationswärme der Alkohol-Kopfbrüden der Rektifikationskolonne für das Heizen eines Reboilers zu nutzen und statt dessen den verbleibenden Teil der Kondensationswärme für das Verdampfen eines Anteils des der Rektifikationskolonne zuzuführenden Zulaufs an Alkohol-Wasser-Gemisch zu verdampfen. Der verdampfte Anteil des Zulaufs wird in einem maschinellen Brüdenverdichter verdichtet und gasförmig in die Rektifikationskolonne geleitet. Die hierfür erforderliche Kompressionsarbeit ist deutlich geringer als die Arbeit, die zum Heizen des dem Fuß der Rektifikationskolonne zugeordneten Reboilers erforderlich ist, da die Produktzulauf-temperatur der Rektifikationskolonne niedriger ist als die Temperatur am Kolonnenfuß.

[0007] Die erfindungsgemäße Rektifikationsanlage kann zum Rektifizieren von Rohalkohol, beispielsweise in Form eines Ethylalkohol-Wasser-Gemisches, aber auch für andere Stoffsysteme, beispielsweise Isopropylalkohol-Wasser-Gemisch oder Methanol-Wasser-Gemisch eingesetzt werden, solange die Eingangskonzentration des Alkohols wenigstens 30 Vol.% des Gemisches beträgt.

[0008] Der Verdampfer bildet zugleich den Kondensator der Rektifikationskolonne und ist bevorzugt als Fallfilmverdampfer ausgebildet. Dies hat den Vorteil, dass die Kopfbrüdentemperatur der Rektifikationskolonne nur wenig höher, beispielsweise 5°C höher als die Siedetemperatur des zu verdampfenden Alkohol-Wasser-Gemisches sein muss.

[0009] Dem Verdampfer ist zweckmäßigerweise ein den Dampfanteil des Alkohol-Wasser-Gemisches von dessen Flüssigkeitsanteil trennender Separator nachgeschaltet und es ist vorgesehen, dass sowohl der über den Verdichter geführte Dampfanteil als auch der Flüssigkeitsanteil der Rektifikationskolonne als Zulauf zuführbar ist. Der verdichtete Dampfanteil wird hierbei zweckmäßigerweise oberhalb des Zuführniveaus des Flüssigkeitsanteils der Rektifikationskolonne zugeführt.

[0010] Der Verdichter erhöht den Druck des Dampfanteils auf den in der Rektifikationskolonne herrschenden Druck. Der Verdichter kann als thermischer Verdichter, beispielsweise als Strahlpumpe ausgebildet sein. Bevorzugt ist jedoch ein mechanischer Verdichter, da dieser elektromotorisch bei vergleichsweise niedrigen Energiekosten betrieben werden kann.

[0011] Der Verdampfer verdampft lediglich einen Teil des Alkohol-Kopfbrüdens der Rektifikationskolonne. Dem Kopfbrüdenweg des Verdampfers ist in einer bevorzugten Ausgestaltung ein den Alkohol-Kopfbrüden in einen Dampfanteil und einen Flüssigkeitsanteil trennender Separator nachgeschaltet. Bei dem Separator handelt es sich, wie auch bei dem

vorangegangen Erläuterten, das Alkohol-Wasser-Gemisch in einen Dampfanteil und einen Flüssigkeitsanteil trennenden Separator bevorzugt um einen Entspannungsabscheider. Der aus dem Dampfanteil des Alkohol-Kopfbrüdens gewonnene Dampfanteil wird hierbei über einen weiteren Verdichter dem Reboiler für dessen Energiezufuhr zugeführt. Bei dem mittels des Separators aus dem Alkohol-Kopfbrüden abgetrennten Flüssigkeitsanteil handelt es sich um rektifizierten Alkohol.

[0012] Ähnlich dem vorangegangen erwähnten Verdampfer handelt es sich auch bei dem Reboiler zweckmäßigerweise um einen Fallfilmverdampfer, um mit vergleichsweise niedriger Verdichterleistung auskommen zu können. Auch bei dem weiteren Verdichter kann es sich um einen thermischen Verdichter, wie zum Beispiel eine Strahlpumpe oder dergleichen handeln. Insbesondere für die Verdichtung von Ethylalkohol enthaltenden Dämpfen ist der weitere Verdichter gleichfalls bevorzugt als mechanischer Verdichter ausgebildet.

[0013] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist der Reboiler der Rektifikationskolonne zu deren Heizung zugeordnet. Auf diese Weise lässt sich nahezu der gesamte Energiebedarf der Rektifikationskolonne zurückgewinnen. Es versteht sich aber, dass der Reboiler auch einer weiteren Kolonne der Rektifikationsanlage, beispielsweise einer vorgeschalteten Verstärkungskolonne, zugeordnet sein kann.

[0014] Im Folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Die Zeichnung zeigt schematisch eine Rektifikationsanlage gemäß der Erfindung.

[0015] Die Rektifikationsanlage dient der Aufkonzentrierung von Ethyl-Rohalkohol mit einer Konzentration von 40 bis 60 Vol.% zu rektifiziertem Ethylalkohol mit wenigstens 92 Vol.%. Der Rohalkohol wird in auf etwa 65°C vorgewärmter Form bei **1** aus einer Vorstufe des Destillationsprozesses, beispielsweise einer Destillationskolonne bzw. Maischekolonne über eine Leitung **3** einer Rektifikationskolonne **5** als Zulauf zugeführt. Die Betriebsenergie erhält die Rektifikationskolonne **5** zum größten Teil aus der Rückgewinnung des über eine Leitung **7** aus dem Kopfbereich **9** der Rektifikationskolonne **5** abziehenden Alkohol-Kopfbrüdens. Der Alkohol-Kopfbrüden wird über die Leitung **7** einem zugleich den Kondensator der Rektifikationskolonne **5** bildenden Fallfilmverdampfer **11** zugeführt, der einen Anteil des bei **1** zugeführten Alkohol-Wasser-Gemisches des Rohalkohols verdampft. Der Rohalkohol zirkuliert in einem eine Pumpe **13** enthaltenden Umlaufkreis **15**, von dem stromabwärts der Pumpe **13** auch die den Rohalkohol der Rektifikationskolonne **5** zuführende Leitung **3** abzweigt. An den Fuß des Fallfilmverdampfers **11** ist ein Entspannungsabscheider **17** angeschlossen, der

den im Verdampfer **11** erzeugten Dampfanteil des Rohalkohols von dessen Flüssigkeitsanteil trennt. Während der Flüssigkeitsanteil des Rohalkohols über eine Leitung **19** in den Umlaufkreis **15** zurückgeführt wird, wird der über eine Leitung **21** aus dem Abscheider **17** abgezogene Dampfanteil einem mechanischen, elektromotorisch angetriebenen Verdichter **23** zugeführt, der den Dampfanteil gegebenenfalls unter Temperaturerhöhung auf den in der Rektifikationskolonne **5** herrschenden Betriebsdruck verdichtet. Der verdichtete Dampfanteil wird über eine Leitung **25** der Rektifikationskolonne **5** als zusätzlicher Zulauf zugeführt, wobei das Zulaufniveau der Leitung **25** oberhalb des Zulaufniveaus der Leitung **3** liegt. Der Verdichter **23** liefert damit über den Zulauf an verdichtetem Alkoholdampf einen Teil der Betriebsenergie der Rektifikationskolonne **5**.

[0016] Ein weiterer Anteil der Betriebsenergie der Rektifikationskolonne **5** wird von einem als Fallfilmverdampfer ausgebildeten Reboiler **27** geliefert, dessen Energie seinerseits aus dem Alkohol-Kopfbrüden der Rektifikationskolonne **5** stammt. Der in dem Fallfilmverdampfer **11** energetisch teilweise abgearbeitete Alkohol-Kopfbrüden wird über eine Leitung **29** einem weiteren Entspannungsabscheider **31** zugeführt, der den Kopfbrüden in einen Dampfanteil und einen Flüssigkeitsanteil trennt. Der Dampfanteil wird über eine Leitung **33** einem weiteren mechanischen Verdichter **35** zugeführt, der den Druck und die Temperatur des Dampfanteils erhöht und dem Fallfilmverdampfer **27** über eine Leitung **37** zu dessen Beheizung zuführt. Der in dem Fallfilmverdampfer **27** zumindest teilweise energetisch abgearbeitete Dampf wird zusammen mit seinem Kondensat über eine Leitung **39** in den Entspannungsabscheider **31** zurückgeführt. Der Reboiler **27** ist seinerseits in einem durch den bei **41** angedeuteten Fuß der Rektifikationskolonne **5** führenden, eine Pumpe **43** enthaltenden Zirkulationskreis **45** angeordnet, der die im Reboiler **27** verfügbare Betriebsenergie auf die Rektifikationskolonne **5** überträgt. Bei **47** ist ein Auslass für das im Wesentlichen alkoholfreie Lutterwasser der Rektifikationskolonne **5** angedeutet.

[0017] Der Entspannungsabscheider **31** liefert an seinem Flüssigkeitsauslass **49** den bei **51** abziehbaren rektifizierten Alkohol. Ein Teil des rektifizierten Alkohols wird über eine Pumpe **53** und eine Leitung **55** dem Kopfbereich **9** der Rektifikationskolonne **5** als Rücklauf zugeführt. Über eine Leitung **57** wird darüber hinaus in dem Fallfilmverdampfer **11** anfallendes Alkoholkondensat dem Entspannungsabscheider **31** zugeführt. Für die Prozessregelung überbrückt ein bei **59** mit Kühlwasser gespeister Regelkondensator **61** den Entspannungsabscheider **31**. Der Regelkondensator **61** regelt den aus dem Entspannungsabscheider **31** dem Verdichter **35** zugeführten Dampfanteil, in dem er in einem Nebenschlussweg einen Teil des Dampfs zu rektifiziertem Alkohol kondensiert.

siert.

[0018] In der vorstehend erläuterten Rektifikationsanlage wird nicht die gesamte Betriebsenergie der Rektifikationskolonne **5** von dem Reboiler **27** geliefert. Ein Teil der den Reboiler **27** heizenden Energie des Alkohol-Kopfbrüdens der Rektifikationskolonne **5** wird in dem Fallfilmverdampfer **11** für die Verdampfung des Rohalkoholzuflusses ausgenutzt. Der den dampfförmigen Zufluss komprimierende Verdichter **23** kommt mit geringerer Kompressionsarbeit aus, da die Temperatur des von dem Verdichter **23** verdichteten Zulaufs niedriger ist als die vom Reboiler **27** einzuhaltende Temperatur. Im dargestellten Ausführungsbeispiel können bezogen auf die zur Verfügung zu stellende elektrische Energie in der Größenordnung von 40% an Energie eingespart werden.

Patentansprüche

1. Alkohol-Rektifikationsanlage mit wenigstens einer Rektifikationskolonne (**5**), der zu rektifizierendes Alkohol-Wasser-Gemisch als Zufluss zuführbar ist und deren Alkohol-Kopfbrüden für die Energiezufuhr zu einem Reboiler (**27**) einer Kolonne, insbesondere der Rektifikationskolonne (**5**) ausgenutzt ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Alkohol-Kopfbrüden der Rektifikationskolonne (**5**) zusätzlich für die Energiezufuhr zu einem zumindest einen Teil des zu rektifizierenden Alkohol-Wasser-Gemisches verdampfenden Verdampfers (**11**) ausgenutzt ist und dass der verdampfte Teil des Alkohol-Wasser-Gemisches über einen Verdichter (**23**) der Rektifikationskolonne (**5**) als Zufluss zuführbar ist.

2. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdampfer (**11**) als Fallfilmverdampfer ausgebildet ist.

3. Anlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass dem Verdampfer (**11**) ein den Dampfanteil des Alkohol-Wasser-Gemisches von dessen Flüssigkeitsanteil trennender Separator (**17**), insbesondere in Form eines Entspannungsabscheiders nachgeschaltet ist und dass sowohl der über den Verdichter (**23**) geführte Dampfanteil als auch der Flüssigkeitsanteil der Rektifikationskolonne (**5**) als Zulauf zuführbar ist.

4. Anlage nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der verdichtete Dampfanteil oberhalb der Zuführniveaus des Flüssigkeitsanteils der Rektifikationskolonne (**5**) zuführbar ist.

5. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdichter (**23**) als mechanischer Verdichter ausgebildet ist.

6. Anlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, da-

durch gekennzeichnet, dass dem Verdampfer (**11**) ein den Alkohol-Kopfbrüden der Rektifikationskolonne (**5**) in einen Dampfanteil und einen Flüssigkeitsanteil trennender Separator (**31**), insbesondere in Form eines Entspannungsabscheiders nachgeschaltet ist und dass der Dampfanteil über einen weiteren Verdichter (**35**) dem Reboiler (**27**) für dessen Energiezufuhr zuführbar ist.

7. Anlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Reboiler (**27**) als Fallfilmverdampfer ausgebildet ist.

8. Anlage nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der weitere Verdichter (**35**) als mechanischer Verdichter oder thermischer Verdichter ausgebildet ist.

9. Anlage nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Reboiler (**27**) der Rektifikationskolonne (**5**) zugeordnet ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

