

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
05. Dezember 2024 (05.12.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/246367 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C07C 51/43 (2006.01) C07C 57/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/065228

(22) Internationales Anmeldedatum:
03. Juni 2024 (03.06.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

23177030.6 02. Juni 2023 (02.06.2023) EP

(71) Anmelder: **BASF SE** [DE/DE]; Carl-Bosch-Strasse 38,
67056 Ludwigshafen am Rhein (DE).

(72) Erfinder: **BECKER, Stefan Wendelin**; Carl-Bosch-Strasse 38, 67056 Ludwigshafen am Rhein (DE). **HAMMON, Ulrich**; Kalmitstr. 8, 68163 Mannheim (DE). **ASKANI,**

Rainer; Neckarplatt 17, 68259 Mannheim (DE). **SCHULZ, Lukas**; Carl-Bosch-Straße 38, 67056 Ludwigshafen am Rhein (DE). **CRAUWELS, Filip**; Scheldelaan 600, 2040 Antwerpen (BE). **ALENCAR DE OLIVEIRA, Raphael**; No. 300 Jiang Xin Sha Road, Shanghai, Shanghai 200137 (CN).

(74) Anwalt: **MEISSNER BOLTE PATENTANWÄLTE RECHTSANWÄLTE PARTNERSCHAFT MBB**; Wi-denmayerstr. 47, 80538 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR,

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR OBTAINING ACRYLIC ACID

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR GEWINNUNG VON ACRYLSÄURE

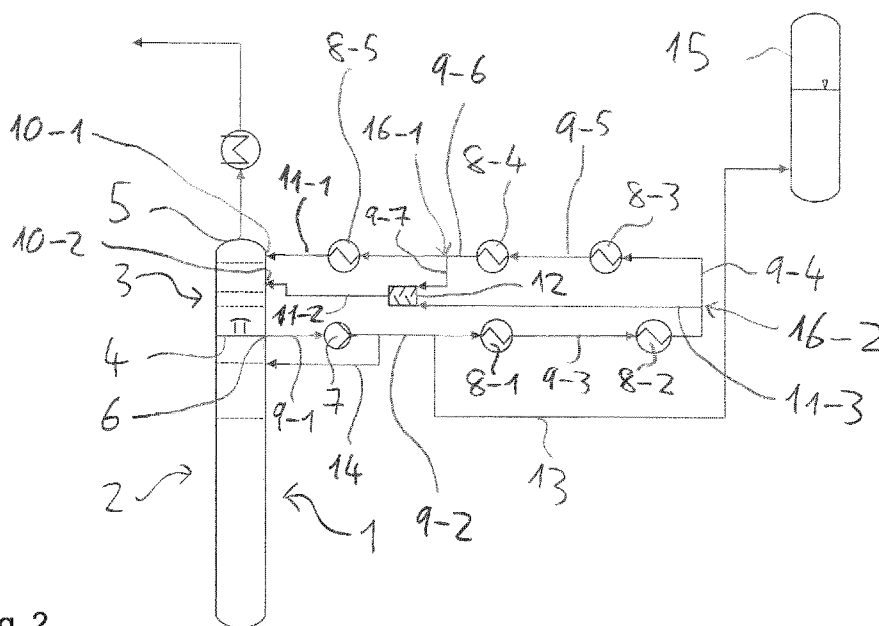


Fig. 2

(57) Abstract: The present invention relates to a method for obtaining acrylic acid from a reaction gas. The method comprises quenching the reaction gas with a quenching fluid in a first section (2), wherein a fluid flow containing acrylic acid and a gas flow containing acrylic acid are obtained, and cooling the gas flow by bringing the gas flow into contact with an aqueous fluid in a second section (3), in that the aqueous fluid is collected and removed at the bottom end and is indirectly cooled, and at least a portion of the cooled aqueous fluid is fed back to the second section (3). In the process, according to the invention, the aqueous fluid is cooled in a plurality of successive heat exchangers (8-1 to 8-4), wherein a first portion of the aqueous fluid downstream of the last heat exchanger (8-4) is fed back to the second section (3) above the removal position, and a second portion of the aqueous fluid is discharged downstream of a first heat exchanger (8-1) and upstream of the last heat changer (8-4) and fed back to the second section (3). The invention also relates to a corresponding device for obtaining acrylic acid from a reaction gas.

LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST,
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Gewinnung von Acrylsäure aus einem Reaktionsgas. Das Verfahren umfasst ein Quenchen des Reaktionsgases mit einer Quenchflüssigkeit in einem ersten Abschnitt (2), wobei ein Acrylsäure enthaltender Flüssigkeitsstrom und ein Acrylsäure enthaltender Gasstrom erhalten werden und ein Abkühlen des Gasstroms durch Inkontaktbringen mit einer wässrigen Flüssigkeit in einem zweiten Abschnitt (3), in dem die wässrige Flüssigkeit am unteren Ende gesammelt und entnommen, indirekt gekühlt und zumindest ein Teil der gekühlten wässrigen Flüssigkeit dem zweiten Abschnitt (3) wieder zugeführt wird. Die wässrige Flüssigkeit wird dabei erfindungsgemäß in mehreren aufeinanderfolgenden Wärmetauschern (8-1 bis 8-4) gekühlt, wobei ein erster Anteil der wässrigen Flüssigkeit nach dem letzten Wärmetauscher (8-4) oberhalb der Entnahmeposition in den zweiten Abschnitt (3) zurückgeführt wird und ein zweiter Anteil der wässrigen Flüssigkeit nach einem ersten Wärmetauscher (8-1) und vor dem letzten Wärmetauscher (8-4) ausgeschleust und in den zweiten Abschnitt (3) zurückgeführt wird. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine entsprechende Vorrichtung zur Gewinnung von Acrylsäure aus einem Reaktionsgas.

Verfahren und Vorrichtung zur Gewinnung von Acrylsäure

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Gewinnung von Acrylsäure aus einem Reaktionsgas, das Acrylsäure, Acrolein, Wasser und Verunreinigungen enthält, das bei der katalytischen Gasphasen-Oxidation von Propylen und Acrolein entsteht. Das Verfahren umfasst ein Quenchen des Reaktionsgases mit einer Quenchflüssigkeit in einem ersten Abschnitt, wobei ein Acrylsäure enthaltender Flüssigkeitsstrom und ein Acrylsäure enthaltender Gasstrom erhalten werden. Ferner umfasst das Verfahren ein Abkühlen des Gasstroms durch Inkontaktbringen mit einer wässrigen Flüssigkeit in einem zweiten Abschnitt, in dem die wässrige Flüssigkeit bei einer Entnahmeposition am unteren Ende des zweiten Abschnitts gesammelt und entnommen, indirekt gekühlt und zumindest ein Teil der gekühlten wässrigen Flüssigkeit dem zweiten Abschnitt wieder zugeführt wird. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Gewinnung von Acrylsäure aus einem Reaktionsgas mit einem ersten Abschnitt zum Quenchen des Reaktionsgases mit einer Quenchflüssigkeit, um einen Acrylsäure enthaltenden Flüssigkeitsstrom und einen Acrylsäure enthaltenden Gasstrom zu erhalten, sowie einem zweiten Abschnitt zum Abkühlen des Gasstroms durch Inkontaktbringen mit einer wässrigen Flüssigkeit.

Aus der DE 197 40 253 A1 ist ein Verfahren zur fraktionierten Kondensation eines heißen Gasgemisches mit einem hohen Anteil nicht kondensierbarer Komponenten bekannt. Das Verfahren betrifft insbesondere die Herstellung von Acrylsäure durch heterogen katalysierte Gasphasenoxidation. Bei dem Verfahren wird das heiße Gasgemisch, das einen hohen Anteil nicht kondensierbarer Komponenten aufweist, fraktioniert kondensiert, indem es von unten in eine Kolonne mit trennwirksamen Einbauten geführt wird und die kondensierbaren Komponenten durch Kühlung auskondensiert werden. Im unteren Teil der Kolonne wird eine Schwersiedefraktion kondensiert, indem die Schwersiedefraktion aus dem im Gegenstrom nach oben geführten Gasstrom destillativ angereichert und auskondensiert wird. Über einen Seitenabzug der Kolonne wird die Acrylsäure enthaltende Mittelsiedefraktion, die auch aus dem im Gegenstrom nach oben geführten Gasgemisch auskondensiert wird, abgeführt. Im oberen Bereich der Kolonne ist ein externer Kühlkreis vorgesehen. In dem Kühlkreis erfolgt die Kondensation der Leichtsiedefraktion aus dem im Gegenstrom nach oben geführten Gasstrom. Die Kondensationswärme wird dabei extern im Kühlkreis mittels eines Wärmetauschers abgeführt, indem die kondensierte Leichtsiedefraktion über eine Leitung abgezogen wird, gekühlt wird und ein Teil der gekühlten, kondensierten Leichtsiedefraktion über eine oberhalb der Entnahmeleitung angeordnete Leitung in die Kolonne rückgeführt wird. Dabei wird ein Teil der kondensierten Leichtsiedefraktion ausgeschleust. Die nicht kondensierten Gase werden schließlich vom Kopf der Kolonne abgezogen.

Ein ähnliches Verfahren ist in der DE 102 35 847 A1 beschrieben. In diesem Fall wird ein Gasgemisch am Kopf der Kolonne entnommen und in einem Sprühkühler einer Partialkondensation unterworfen. Das dabei anfallende Sauerwasser wird am Kopf der Kolonne zurückgeführt.

5

Aus der EP 1 097 916 A2 ist ein weiteres Verfahren und eine weitere Vorrichtung zur Herstellung von Acrylsäure bekannt. Bei dem Verfahren wird das Reaktionsgas einer Absorptionskolonne zugeführt und dort mit einem Acrylsäureabsorptionslösemittel in Kontakt gebracht, wodurch das Reaktionsgas abgekühlt und absorbiert wird. Auf diese

10 Weise erhält man einen Acrylsäure enthaltenden Flüssigkeitsstrom. Im Sumpfbereich wird der Acrylsäure enthaltende Flüssigkeitsstrom einer Kühlvorrichtung zugeführt, dort gekühlt, um dann in einem mittleren Abschnitt der Absorptionskolonne wieder zugeführt zu werden.

15 Um eine weitgehende Rückgewinnung von Acrylsäure aus dem Acrylsäure enthaltenden Gasstrom zu erreichen, ist eine Abkühlung der wässrigen Flüssigkeit auf niedrige Temperaturen von z.B. 20 - 45 °C erforderlich.

20 Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, deren Energiebedarf für die Kühlung der entnommenen wässrigen Flüssigkeit verringert ist und bei denen eine Optimierung im Hinblick auf den Energieverbrauch für die Kühlung und die Acrylsäureverluste erreicht wird.

25 Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 8 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

30 Dementsprechend umfasst das erfindungsgemäße Verfahren zur Gewinnung von Acrylsäure aus einem Reaktionsgas, das Acrylsäure, Acrolein, Wasser und Verunreinigungen enthält, dass bei der katalytischen Gasphasen-Oxidation von Propylen und Acrolein entsteht, folgende Schritte:

35 a) Quenchen des Reaktionsgases mit einer Quenchflüssigkeit in einem ersten Abschnitt, wobei ein Acrylsäure enthaltender Flüssigkeitsstrom und ein Acrylsäure enthaltender Gasstrom erhalten werden, und

- b) Abkühlen des Gasstroms durch Inkontaktbringen mit einer wässrigen Flüssigkeit in einem zweiten Abschnitt, in dem die wässrige Flüssigkeit bei einer Entnahmeposition am unteren Ende des zweiten Abschnitts gesammelt und entnommen, indirekt gekühlt und zumindest ein Teil der gekühlten wässrigen Flüssigkeit dem zweiten Abschnitt wieder zugeführt wird.

Die wässrige Flüssigkeit wird dabei erfindungsgemäß in mehreren aufeinanderfolgenden Wärmetauschern gekühlt, wobei ein erster Anteil der wässrigen Flüssigkeit nach dem letzten Wärmetauscher mit einer ersten Temperatur bei einer ersten Rückführposition oberhalb der Entnahmeposition in den zweiten Abschnitt zurückgeführt wird und ein zweiter Anteil der wässrigen Flüssigkeit bei einer ersten Ausschleusposition nach einem Wärmetauscher und vor dem letzten Wärmetauscher mit einer zweiten Temperatur ausgeschleust und bei einer zweiten Rückführposition, die unterhalb der ersten Rückführposition liegt, in den zweiten Abschnitt zurückgeführt wird.

Da im zweiten Abschnitt durch direkte Kühlung aus dem im Gegenstrom zu der wässrigen Flüssigkeit nach oben geführten Gasstrom eine Leichtsiedefraktion kondensiert wird und sich in der wässrigen Flüssigkeit destillativ anreichert, kann der zweite Abschnitt auch als Quench- oder Rückwaschabschnitt bezeichnet werden.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die dem zweiten Abschnitt entnommene wässrige Flüssigkeit somit in mehreren Stufen abgekühlt, wobei jede Stufe zumindest einen separaten Wärmetauscher umfasst. Die aufeinanderfolgenden Wärmetauscher bilden somit eine mehrstufige Kühlung, bei der bei jeder Kühlstufe die wässrige Flüssigkeit auf eine niedrigere Temperatur abgekühlt wird. In der ersten oder den ersten Kühlstufen werden zweckmäßigerweise leicht verfügbare Kühlmittel wie Luft oder Oberflächenwasser eingesetzt. Es hat sich herausgestellt, dass der Energiebedarf der Wärmetauscher dadurch verringert werden kann, dass ein zweiter Anteil der wässrigen Flüssigkeit bereits vor dem letzten Wärmetauscher ausgeschleust und in den zweiten Abschnitt zurückgeführt wird, und zwar bei im Wesentlichen gleichbleibenden oder nur unwesentlich höheren Acrylsäureverlusten. Gleichzeitig verringert sich jedoch der Energiebedarf für die Kühlung der wässrigen Flüssigkeit, da der letzte Wärmetauscher nur noch den ersten Anteil der wässrigen Flüssigkeit kühlt und nicht mehr den ausgeschleusten zweiten Anteil der wässrigen Flüssigkeit.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das von dem oder den Wärmetauschern verwendete Kühlmedium, der/die stromabwärts von der ersten Ausschleusposition angeordnet ist/sind, mit Energieaufwand abgekühlt. Das von dem oder zumindest einem der Wärmetauscher verwendete Kühlmedium, der/die

stromaufwärts von der ersten Ausschleusposition angeordnet ist, wird hingegen ungekühlt der Umgebung entnommen.

Die Angaben stromabwärts und stromaufwärts beziehen sich in dieser Schrift auf die
5 Fließrichtung der entnommenen wässrigen Flüssigkeit.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird berücksichtigt, dass der Energieaufwand zum Kühlen der entnommenen wässrigen Flüssigkeit bei den aufeinander folgenden Wärmetauschern unterschiedlich ist. Um die wässrige Flüssigkeit von einem
10 Temperaturniveau, das wesentlich oberhalb von den Umgebungstemperaturen liegt, abzukühlen, kann das Kühlmedium der Umgebung ungekühlt entnommen werden. Beispielsweise kann Umgebungsluft angesaugt oder Oberflächenwasser in den Wärmetauscher gepumpt werden. Soll die wässrige Flüssigkeit auf eine Temperatur abgekühlt werden, die im Bereich der Umgebungstemperatur oder unterhalb der
15 Umgebungstemperatur liegt, muss für die Kühlung Energie, beispielsweise elektrische Energie, aufgebracht werden. Beispielsweise muss das Kühlmedium mittels elektrischer Energie abgekühlt werden.

Vorteilhafterweise wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Kühlleistung zu
20 Wärmetauschern verlagert, bei denen für die Kühlleistung weniger Energie, insbesondere elektrische Energie, aufgebracht werden muss, da sie mit einem Kühlmedium betrieben werden können, welches der Umgebung ohne vorherige Kühlung entnommen werden kann. Wenn bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Menge des gekühlten Volumenstroms erhöht wird, kann sich bei insgesamt gleicher Gesamtkühlleistung
25 vorteilhafterweise eine Energieeinsparung beim Durchführen des Verfahrens ergeben.

Das erfindungsgemäßen Verfahren kann aus diesem Grund insbesondere in einer Umgebung mit relativ hohen Temperaturen eingesetzt werden, da in diesem Fall ein relativ hoher Anteil der Kühlleistung von Wärmetauschern aufgebracht werden muss, die
30 Kühlmedien verwenden, die durch elektrische Energie abgekühlt werden müssen. Eine Verlagerung der Kühlleistung zu Wärmetauschern, die Kühlmedien aus der Umgebung verwenden, führt in diesem Fall vorteilhafterweise zu Energieeinsparungen, selbst wenn ein größerer Volumenstrom der wässrigen Flüssigkeit zum Erreichen einer im Wesentlichen gleichen Gesamtkühlleistung abgekühlt wird.

35 Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein dritter Anteil der gekühlten wässrigen Flüssigkeit bei einer zweiten Ausschleusposition zumindest einen weiteren Wärmetauscher stromaufwärts von der Entnahme des zweiten Anteils mit einer dritten Temperatur ausgeschleust und mit dem zweiten Anteil der gekühlten

- wässrigen Flüssigkeit vermischt und danach bei der zweiten Rückführposition mit einer zweiten Rückführtemperatur in den zweiten Abschnitt zurückgeführt. Eine erste Rückführtemperatur entspricht in diesem Fall der ersten Temperatur, mit welcher der erste Anteil der wässrigen Flüssigkeit nach dem letzten Wärmetauscher in den zweiten
- 5 Abschnitt zurückgeführt wird. Die zweite Rückführtemperatur liegt zwischen der zweiten und der dritten Temperatur, da die gekühlte wässrige Flüssigkeit des dritten Anteils, welche die dritte Temperatur aufweist, der gekühlten wässrigen Flüssigkeit des zweiten Anteils zugemischt wird, dessen Temperatur niedriger als die dritte Temperatur ist.
- 10 Durch die Aufteilung der zu kühlenden wässrigen Flüssigkeit in insgesamt drei Anteile mit verschiedenen Temperaturniveaus und die Rückführung der gekühlten Anteile bei zumindest zwei unterschiedlichen Rückführpositionen kann der Energiebedarf für die Kühlung der entnommenen wässrigen Flüssigkeit unter Berücksichtigung der Acrylsäureverluste optimiert werden. Dabei stehen Verluste bei der Acrylsäureherstellung,
- 15 die möglicherweise geringfügig höher sind, erheblichen Energieeinsparungen für die Kühlung der wässrigen Flüssigkeit gegenüber.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das von dem oder den Wärmetauschern verwendete Kühlmedium, der/die stromaufwärts von der

20 zweiten Ausschleusposition angeordnet ist/sind, ungekühlt der Umgebung entnommen wird.

Vorteilhafterweise wird durch diese Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens die Kühlleistung noch weiter zu Wärmetauschern verlagert, bei denen für die Kühlleistung

25 weniger Energie, insbesondere elektrische Energie, aufgebracht werden muss, da sie mit einem Kühlmedium betrieben werden können, welches der Umgebung ohne vorherige Kühlung entnommen werden kann.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren durchläuft das Reaktionsgas einen ersten

30 Abschnitt, in welchem durch Quenchen des Reaktionsgases mit einer Quenchflüssigkeit, ein Acrylsäure enthaltender Flüssigkeitsstrom und ein Acrylsäure enthaltender Gasstrom erhalten werden. In dem sich anschließenden zweiten Abschnitt wird der Gasstrom auch durch Inkontaktbringen mit einer wässrigen Flüssigkeit abgekühlt. Im zweiten Abschnitt wird die wässrige Flüssigkeit z. B. bei der Entnahmeposition am unteren Ende gesammelt

35 und dort entnommen. Die entnommene wässrige Flüssigkeit wird dann indirekt mittels aufeinanderfolgender Wärmetauscher gekühlt und zumindest ein Teil der gekühlten wässrigen Flüssigkeit wird dem zweiten Abschnitt wieder zugeführt, und zwar ein erster Anteil mit einer ersten Rückführtemperatur bei einer ersten, oberen Rückführposition und ein zweiter Anteil mit einer zweiten, höheren Rückführtemperatur bei der zweiten

Rückführposition, die zwischen der ersten Rückführposition und der Entnahmeposition liegt.

Die beiden Abschnitte können separat ausgeführt sein; sie können jedoch auch z. B. in
5 einer Kondensationskolonne integriert sein. Wenn die beiden Abschnitte in einer
gemeinsamen Kondensationskolonne ausgebildet sind, ist der erste Abschnitt
insbesondere unterhalb des zweiten Abschnitts angeordnet. Die beiden Abschnitte
werden in diesem Fall insbesondere von einem Sammelboden getrennt, der somit das
untere Ende des zweiten Abschnitts bildet. Der Sammelboden kann zumindest einen
10 Kamin aufweisen, durch welchen das Reaktionsgas vom ersten Abschnitt aufsteigen und
in den zweiten Abschnitt gelangen kann. Auf dem Sammelboden sammelt sich die im
zweiten Abschnitt kondensierte wässrige Flüssigkeit. Die Entnahmeposition liegt
insbesondere geringfügig oberhalb des Sammelbodens am unteren Ende des zweiten
Abschnitts, jedoch unterhalb des Flüssigkeitsspiegels des Kondensats, so dass die auf dem
15 Sammelboden gesammelte wässrige Flüssigkeit aus dem zweiten Abschnitt herausgeführt
werden kann, um von den Wärmetauschern indirekt gekühlt zu werden.

Ein vierter Anteil der bei der Entnahmeposition entnommenen wässrigen Flüssigkeit wird
wieder dem ersten Abschnitt zugeführt, damit dieser nicht trocken läuft. Beispielsweise
20 kann dieser vierte Anteil der wässrigen Flüssigkeit der Kondensationskolonne unterhalb
des Sammelbodens dem oberen Bereich des ersten Abschnitts zugeführt werden, so dass
das aufsteigende Reaktionsgas im Gegenstrom zu dieser in den ersten Abschnitt
zurückgeführten wässrigen Flüssigkeit geführt wird.

25 Des Weiteren kann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ein fünfter Anteil der
entnommenen wässrigen Flüssigkeit aus dem zweiten Abschnitt zur weiteren Extraktion
der in der wässrigen Flüssigkeit noch enthaltenen Acrylsäure ausgeschleust werden.
Dieser fünfte Anteil kann in einer nachgelagerten Extraktionskolonne zur Rückgewinnung
von Acrylsäureanteilen weiterverarbeitet werden. Es hat sich herausgestellt, dass durch
30 die Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei welcher der dritte Anteil aus
dem Kühlkreislauf ausgeschleust und mit dem zweiten Anteil vermischt wird, der
Acrylsäureanteil in dem fünften Anteil der entnommenen wässrigen Flüssigkeit höher ist
im Vergleich zu dem Acrylsäureanteil bei einer Verfahrensführung, bei der kein dritter
Anteil der gekühlten wässrigen Flüssigkeit zumindest einen weiteren Wärmetauscher
35 stromaufwärts von der Entnahme des zweiten Anteils ausgeschleust und mit dem zweiten
Anteil vermischt wird.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist die erste Temperatur insbesondere in einem
Bereich von 5 °C bis 21 °C. Die erste Temperatur liegt beispielsweise in einem Bereich von

18 °C bis 21 °C. Die zweite Temperatur liegt insbesondere in einem Bereich von 21 °C bis 30 °C. Beispielsweise liegt die zweite Temperatur in einem Bereich von 23 °C bis 27 °C. Die zweite Temperatur ist jedoch höher als die erste Temperatur. Die dritte Temperatur liegt insbesondere in einem Bereich von 36 °C bis 50 °C, bevorzugt in einem Bereich von 35 °C bis 45 °C. Beispielsweise kann die dritte Temperatur in einem Bereich von 40 °C bis 44 °C liegen. Die dritte Temperatur ist höher als die zweite Temperatur.

Die zweite Rückführtemperatur ist bei dem erfindungsgemäßen Verfahren insbesondere höher als die zweite Temperatur. Sie liegt insbesondere in einem Bereich von 37 °C bis 50 °C, beispielsweise in einem Bereich von 25 °C bis 42 °C.

Durch die Auswahl dieser von den hintereinander angeordneten Wärmetauschern erzeugten Temperaturen und durch die Rückführung der gekühlten wässrigen Flüssigkeit bei den verschiedenen Rückführpositionen kann das Temperaturniveau in dem zweiten Abschnitt im Vergleich zu einer herkömmlichen Rückführung bei nur einer Rückführposition verschoben werden. Es ist insbesondere möglich, das Temperaturniveau zu erhöhen, d. h. durch die Mischung des zweiten und dritten Anteils der gekühlten wässrigen Flüssigkeit kann die Temperatur bei der zweiten Rückführposition angehoben werden.

Des Weiteren kann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Entnahmerate der entnommenen wässrigen Flüssigkeit variiert werden. Wenn die gekühlte wässrige Flüssigkeit bei der zweiten Rückführposition mit einer höheren Temperatur rückgeführt wird, kann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Entnahmerate der wässrigen Flüssigkeit erhöht und gleichzeitig die Rate der bei den beiden Rückführpositionen rückgeführten gekühlten wässrigen Flüssigkeit entsprechend erhöht werden. Auf diese Weise kann eine Optimierung durchgeführt werden, bei der ein höheres Temperaturniveau durch ein größeres Volumen rückgeführter gekühlter wässriger Flüssigkeit ausgeglichen wird.

Durch die zumindest zwei separaten Rückführungen der gekühlten wässrigen Flüssigkeit bei verschiedenen Positionen des zweiten Abschnitts und durch das Ausschleusen gekühlter wässriger Flüssigkeit aus verschiedenen Abschnitten der mehrstufigen Kühlung wird vorteilhafterweise die Flexibilität für die Optimierung des Energiebedarfs für die Kühlung und der gegebenenfalls damit einhergehenden veränderten Verluste an Acrylsäure bei dem Verfahren zur Gewinnung von Acrylsäure erhöht.

In dem zweiten Abschnitt wird der Acrylsäure enthaltende Gasstrom durch Inkontaktbringen mit der wässrigen Flüssigkeit abgekühlt. Dies hat zur Folge, dass

sogenanntes Sauerwasser kondensiert, welches neben Wasser auch noch nennenswerte Mengen an Acrylsäure und, in kleineren Anteilen, andere Carbonsäuren enthält. Um eine möglichst große Menge an kondensierten Bestandteilen in dem Sauerwasser zu lösen, kann die aus dem zweiten Abschnitt entnommene und dann rückgeführte wässrige Flüssigkeit, d. h. das Sauerwasser, möglichst weit abgekühlt werden. Dies hat jedoch den Nachteil, dass sich der Energieverbrauch für die Kühlung erhöht. Wird die wässrige Flüssigkeit mit einer höheren Temperatur zurückgeführt, ist der Energieverbrauch für die Kühlung geringer. Gleichzeitig verschiebt sich durch die Temperaturerhöhung das Temperaturprofil der Kolonne nach oben. Dadurch steigt der Anteil an Acrylsäure, der im oberen Kondensationsbereich ankommt und kondensiert werden kann.

Daher kann das Sauerwasser, welches dem zweiten Abschnitt und dem Kühlkreislauf entnommen wird und einer nachgeschalteten Extraktionskolonne zugeführt wird, vorteilhafterweise einen höheren Acrylsäuregehalt aufweisen. Insgesamt kann durch das erfindungsgemäße Verfahren somit eine sehr flexible Optimierung in Hinblick auf den Energieverbrauch, den Acrylsäuregehalt im ausgeschleusten Sauerwasser und die Acrylsäureverluste durchgeführt werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Gewinnung von Acrylsäure aus einem Reaktionsgas umfasst einen ersten Abschnitt zum Quenchen des Reaktionsgases mit einer Quenchflüssigkeit, um einen Acrylsäure enthaltenden Flüssigkeitsstrom und einen Acrylsäure enthaltenden Gasstrom zu erhalten. Des Weiteren umfasst die Vorrichtung einen zweiten Abschnitt zum Abkühlen des Gasstroms durch Inkontaktbringen mit einer wässrigen Flüssigkeit. Dabei weist der zweite Abschnitt eine Entnahmeöffnung bei einer Entnahmeposition am unteren Ende des zweiten Abschnitts und zumindest eine erste und eine zweite Rückführöffnung bei einer ersten und einer zweiten Rückführposition jeweils oberhalb der Entnahmeposition auf, wobei die zweite Rückführposition unterhalb der ersten Rückführposition liegt. Ferner umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung mehrere aufeinanderfolgende Wärmetauscher, die in Reihe zwischen der Entnahmeöffnung und der zweiten Rückführöffnung angeordnet sind, zum Kühlen von wässriger Flüssigkeit, die durch die Entnahmeöffnung dem zweiten Abschnitt entzogen wurde. Dabei verbindet eine erste Rückführleitung den letzten Wärmetauscher mit der ersten Rückführöffnung zum Rückführen eines ersten Anteils der wässrigen Flüssigkeit in den zweiten Abschnitt mit einer ersten Temperatur, und eine zweite Rückführleitung verbindet bei einer ersten Ausschleusposition einen ersten Bereich nach dem ersten Wärmetauscher und vor dem letzten Wärmetauscher mit der zweiten Rückführöffnung zum Ausschleusen und Rückführen eines zweiten Anteils der wässrigen Flüssigkeit in den zweiten Abschnitt mit einer zweiten Temperatur.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist insbesondere ausgebildet, das erfindungsgemäße Verfahren auszuführen. Sie weist daher auch dieselben Vorteile wie das erfindungsgemäße Verfahren auf.

- 5 Gemäß einer Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung weist diese eine dritte Rückführleitung auf, die bei einer zweiten Ausschleusposition einen zweiten Bereich, der zumindest einen weiteren Wärmetauscher stromaufwärts von dem ersten Bereich angeordnet ist, mit der zweiten Rückführleitung zum Ausschleusen eines dritten Anteils der wässrigen Flüssigkeit mit einer dritten Temperatur und zum Vermischen des dritten
- 10 Anteils mit dem zweiten Anteil verbindet. Vorteilhafterweise ist es durch diese Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung möglich, bei zumindest zwei verschiedenen Bereichen, die zumindest durch einen Wärmetauscher getrennt sind, wässrige Flüssigkeit bei unterschiedlichen Temperaturen zusätzlich zu dem über die erste Rückführleitung rückgeführten ersten Anteil der wässrigen Flüssigkeit aus dem
- 15 Kühlkreislauf auszuschleusen, und über die zweite Rückführleitung in den zweiten Abschnitt rückzuführen. Diese Anordnung der Rückführleitungen ermöglicht eine Optimierung des Energiebedarfs der Wärmetauscher beim Einsatz der Vorrichtung zum Gewinnen von Acrylsäure.
- 20 Bei den Wärmetauschern handelt es sich insbesondere um indirekte Wärmetauscher, bei denen thermische Energie von der entnommenen wässrigen Flüssigkeit auf einen anderen Stoffstrom, dem Kühlmedium, übertragen wird. Durch die in Reihe angeordneten Wärmetauscher wird die dem zweiten Abschnitt entnommene wässrige Flüssigkeit durch jeden Wärmetauscher weiter abgekühlt. Es kann somit eine mehrstufige Kühlung
- 25 durchgeführt werden, bei der bei jeder Kühlstufe die wässrige Flüssigkeit auf eine niedrigere Temperatur abgekühlt wird.

- Gemäß einer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind der oder die Wärmetauscher, der/die stromaufwärts von der zweiten Ausschleusposition angeordnet
- 30 ist/sind, ausgewählt aus einem Luftkühler und einem Wasserkühler. Beispielsweise ist der erste Wärmetauscher bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ein Luftkühler. Ein zweiter Wärmetauscher, der stromabwärts von dem ersten Wärmetauscher angeordnet ist, ist z. B. ein Wasserkühler, beispielsweise ein Oberflächenwasserkühler. Das für die Kühlung verwendete Wasser wird beispielsweise einem Fluss entnommen, ohne dass es abgekühlt
- 35 wird.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist zumindest ein weiterer Wärmetauscher, z. B. ein dritter Wärmetauscher, der stromabwärts von der zweiten Ausschleusposition und stromaufwärts von der ersten Ausschleusposition

angeordnet ist, ein Kaltwasserkühler. Als Kühlmedium wird in diesem Fall Wasser verwendet, welches im Vergleich zu dem bei dem Wasserkühler verwendeten Wasser abgekühlt wurde. Hierfür muss Energie, insbesondere elektrische Energie, aufgebracht werden. Beispielsweise kann der Kaltwasserkühler auch ein solegekühlter Wärmetauscher
5 sein. Alternativ wird als Kühlmedium des dritten Wärmetauschers eine Glykol-Wassermischung verwendet.

Gemäß einer noch weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind stromabwärts von der zweiten Ausschleusposition und stromaufwärts von der ersten
10 Ausschleusposition zwei Wärmetauscher angeordnet. Beispielsweise verwendet einer dieser Wärmetauscher als Kühlmedium eine Glykol-Wassermischung und der andere dieser Wärmetauscher als Kühlmedium Wasser, welches im Vergleich zu dem bei dem Wasserkühler verwendeten Wasser abgekühlt wurde.

15 Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist zumindest ein noch weiterer Wärmetauscher, z. B. ein fünfter Wärmetauscher, der stromabwärts von der ersten Ausschleusposition angeordnet ist, ein Flüssiggas-Verdampfer, von dem das Sauerwasser nach der ersten Ausschleusposition noch weiter abgekühlt wird.

20 Gemäß einer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung verbindet die zweite Rückföhrleitung den Ausgang des Kaltwasserköhlers mit der zweiten Rückföhröffnung.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung verbindet die dritte Rückföhrleitung den Ausgang des Wasserköhlers mit der zweiten Rückföhrleitung.
25

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist zwischen der dritten Rückföhrleitung und der zweiten Rückföhrleitung ein Vermischer angeordnet, der den dritten Anteil der wässrigen Flüssigkeit mit dem zweiten Anteil der wässrigen Flüssigkeit vermischt.
30

Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen mit Bezug zu den Zeichnungen erläutert:

Figur 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung und
35

Figur 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Mit Bezug zu Fig. 1 wird ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung beschrieben:

Der grundsätzliche Aufbau der Vorrichtung entspricht einer Anordnung, wie sie in der DE 197 40 253 A1 beschrieben ist. Die Vorrichtung umfasst eine Kondensationskolonne 1 mit einem ersten Abschnitt 2 und einem zweiten Abschnitt 3. In dem ersten Abschnitt 2 wird Reaktionsgas, das Acrylsäure, Acrolein, Wasser und Verunreinigungen enthält, die bei der katalytischen Gasphasen-Oxidation von Propylen und Acrolein entstehen, in einem Sumpfbereich eingeleitet. Dort wird das heiße Reaktionsgas durch Quenchen, d. h. durch direkte Kühlung, abgekühlt. Es entsteht ein Acrylsäure enthaltender Flüssigkeitsstrom und ein im Gegenstrom nach oben strömender, Acrylsäure enthaltender Gasstrom. Am oberen Ende des zweiten Abschnitts 2 ist ein Sammelboden 4 angeordnet, durch den der Acrylsäure enthaltende Gasstrom, z. B. durch zumindest einen Kamin, durchtreten kann. Der Sammelboden 4 trennt den ersten Abschnitt 2 von dem zweiten Abschnitt 3. Im hier beschriebenen Ausführungsbeispiel sind die beiden Abschnitte 2 und 3 in einer Kondensationskolonne 1 ausgebildet. Es wäre jedoch auch möglich, den zweiten Abschnitt 3 getrennt von dem ersten Abschnitt in einer separaten Kondensationskolonne auszubilden.

Der in dem zweiten Abschnitt 3 aufsteigende Gasstrom wird auch durch Inkontaktbringen mit einer wässrigen Flüssigkeit abgekühlt. Auch im zweiten Abschnitt 3 erfolgt somit ein Quenchen, d. h. direktes Abkühlen des aufsteigenden Gasstroms mittels im Gegenstrom geführter wässriger Flüssigkeit. Der Gasstrom wird schließlich über die Auslassöffnung 5 aus der Kondensationskolonne 1 herausgeführt.

Die sich auf dem Sammelboden 4 sammelnde wässrige Flüssigkeit, die kondensierte Bestandteile des aufsteigenden Gasstroms enthält, wird auch als Sauerwasser bezeichnet. Diese Flüssigkeit enthält neben dem Wasser auch noch nennenswerte Mengen an Acrylsäure und in kleineren Anteilen andere Carbonsäuren.

Das Sauerwasser wird dem zweiten Abschnitt 3 entnommen. Hierfür ist bei einer Entnahmeposition knapp oberhalb der oberen Oberfläche des Sammelbodens 4 eine Entnahmeöffnung 6 vorgesehen. Über diese Entnahmeöffnung 6 wird das Sauerwasser einer mehrstufigen Kühlung unterzogen. Diese mehrstufige Kühlung umfasst mehrere Wärmetauscher, welche allgemein mit 8 bezeichnet werden, und eine Vielzahl von Leitungen, welche allgemein mit 9 bezeichnet werden. Über eine Pumpe 7 wird das Sauerwasser über die Leitung 9-1 bei der Entnahmeöffnung 6 entnommen und über die Leitung 9-2 einem ersten Wärmetauscher 8-1 zugeführt. Bei dem ersten Wärmetauscher 8-1 handelt es sich um einen Luftkühler. Der erste Wärmetauscher 8-1 kühlt das entnommene Sauerwasser ab.

Über eine weitere Leitung 9-3 wird das entnommene Sauerwasser einem zweiten Wärmetauscher 8-2 zugeführt, bei welchem es weiter abgekühlt wird. Der zweite Wärmetauscher 8-2 ist als Wasserkühler ausgebildet, welcher als Kühlmedium Oberflächenwasser verwendet.

5

Über eine weitere Leitung 9-4 wird das entnommene Sauerwasser einem dritten Wärmetauscher 8-3 zugeführt, welcher das Sauerwasser noch weiter abkühlt. Der dritte Wärmetauscher 8-3 verwendet als Kühlmedium eine Glykol-Wassermischung, die z. B. eine Temperatur von 32 °C besitzt. Sie kann im Prozess als Heizmedium dienen und dem Sauerwasserkreis Wärme entziehen.

10

Von dem dritten Wärmetauscher 8-3 gelangt das abgekühlte Sauerwasser über die Leitung 9-5 zu einem vierten Wärmetauscher 8-4, der als Kaltwasserkühler ausgebildet ist. Als Kühlmedium wird in diesem Fall gekühltes Wasser verwendet, welches eine niedrigere Temperatur hat, als das von dem Wasserkühler verwendete Oberflächenwasser.

15

Nach dem vierten Wärmetauscher 8-4 gelangt das abgekühlte Sauerwasser in die Leitung 9-6. Dort wird das Sauerwasser bei einer ersten Ausschleusposition 16-1 in einen ersten Anteil und einen zweiten Anteil aufgeteilt.

20

Der erste Anteil wird weiter in der Leitung 9-6 zu einem fünften Wärmetauscher 8-5 weitergeleitet, der als Flüssiggas-Verdampfer ausgebildet ist. Im fünften Wärmetauscher 8-5 wird das entnommene Sauerwasser noch weiter abgekühlt. Von dem fünften Wärmetauscher 8-5 gelangt der erste Anteil des noch weiter abgekühlten Sauerwassers über eine erste Rückführleitung 11-1 durch eine erste Rückführöffnung 10-1 bei einer ersten Rückführposition zurück in den zweiten Abschnitt 3. Die erste Rückführposition ist im oberen Bereich des zweiten Abschnitts 3, d. h. beim Kopf der Kondensationskolonne 1, angeordnet. Von dort wird das abgekühlte Sauerwasser nach unten geführt, d. h. im Gegenstrom zu dem aufsteigenden Reaktionsgas, wodurch das Reaktionsgas abgekühlt wird und sich unter anderem Acrylsäure in der wässrigen Flüssigkeit anreichert. Die wässrige Flüssigkeit sammelt sich dann auf dem Sammelboden 4.

25

30

Zum Ausschleusen des zweiten Anteils des abgekühlten Sauerwassers bei der ersten Ausschleusposition 16-1 ist eine zweite Rückführleitung 11-2 vorgesehen, welche einen Bereich nach dem ersten Wärmetauscher 8-1 und vor dem letzten Wärmetauscher 8-5 mit einer zweiten Rückführöffnung 10-2 zum Rückführen des zweiten Anteils des Sauerwassers in den zweiten Abschnitt 3 verbindet. Im hier beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel zweigt die zweite Rückführleitung 11-2 bei der ersten

35

Ausschleusposition 16-1 von der Leitung 9-6 ab, welche den vierten Wärmetauscher mit 8-4 mit dem fünften Wärmetauscher 8-5 verbindet.

Die zweite Rückführöffnung 10-2 ist bei einer zweiten Rückführposition angeordnet, welche zwischen der Entnahmeposition und der ersten Rückführposition angeordnet ist. Die zweite Temperatur, mit welcher der zweite Anteil des Sauerwassers zurückgeführt wird, ist höher als die erste Temperatur, mit welcher der erste Anteil des Sauerwassers zurückgeführt wird, da der zweite Anteil des Sauerwassers nicht mittels des fünften Wärmetauschers 8-5 abgekühlt worden ist. Der zweite Abschnitt 3 der Kondensationskolonne 1 weist somit mehrere Rückführöffnungen auf, die allgemein mit 10 bezeichnet werden, bei denen eine gekühlte wässrige Flüssigkeit bei unterschiedlichen Temperaturen bei unterschiedlichen Rückführpositionen zurückgeführt wird.

Damit der erste Abschnitt 2 der Kondensationskolonne 1 nicht trocken läuft, wird ein Teil des bei der Entnahmeöffnung 6 entnommenen Sauerwassers über die Kolonnenleitung 14 wieder in den oberen Bereich des ersten Abschnitts 2 eingespeist. Dieser in den ersten Abschnitt 2 zurückgeführte Teil des Sauerwassers wird in dieser Schrift auch als vierter Anteil der bei der Entnahmeposition entnommenen wässrigen Flüssigkeit bezeichnet.

Des Weiteren wird bei der Leitung 9-2 über eine Extraktionsleitung 13 ein weiterer, fünfter Anteil des entnommenen Sauerwassers ausgeschleust und einer nachgelagerten Extraktionskolonne 15 zugeführt. Das entnommene Sauerwasser wird in der Extraktionskolonne 15 zur Gewinnung von Acrylsäureanteilen weiterverarbeitet.

Im Folgenden wird ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens mit Bezug zu Fig. 1 erläutert:

Bei dem Verfahren wird Acrylsäure aus einem Reaktionsgas, das Acrylsäure, Acrolein, Wasser und Verunreinigungen enthält, das bei der katalytischen Gasphasen-Oxidation von Propylen und Acrolein entsteht, gewonnen. Das Reaktionsgas wird dem ersten Abschnitt 2 der Kondensationskolonne 1 zugeführt und dort durch Quenchen mit einer Quenchflüssigkeit abgekühlt. Dabei ergibt sich ein Acrylsäure enthaltender Flüssigkeitsstrom und ein im Gegenstrom geführter Acrylsäure enthaltender Gasstrom, der in der Kondensationskolonne 1 aufsteigt.

Über einen (nicht gezeigten) Seitenabzug wird ein Teil des Acrylsäure enthaltenden Flüssigkeitsstroms dem ersten Abschnitt 2 entnommen und daraus Acrylsäure gewonnen.

Der Acrylsäure enthaltende Gasstrom gelangt durch einen Kamin des Sammelbodens 4 in den zweiten Abschnitt 3 der Kondensationskolonne 1. Dort wird der Gasstrom durch Inkontaktbringen mit einer wässrigen Flüssigkeit abgekühlt. Die wässrige Flüssigkeit wird im Gegenstrom zu dem aufsteigenden Gasstrom geführt, so dass sich Acrylsäure in der wässrigen Flüssigkeit anreichert. Sie sammelt sich auf dem Sammelboden 4. Die wässrige Flüssigkeit, d. h. das Sauerwasser, wird bei einer Entnahmeposition bei der Entnahmeöffnung 6 am unteren Ende des zweiten Abschnitts 3 entnommen und in mehreren aufeinanderfolgenden Wärmetauschern 8 gekühlt. Die Entnahmeposition ist daher unterhalb des Flüssigkeitsspiegels des sich auf dem Sammelboden 4 sammelnden Sauerwassers angeordnet.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden mittels der Pumpe 7 ein Volumenstrom von $865 \text{ m}^3/\text{h}$ durch die Entnahmeöffnung 6 bei einer Temperatur von $62,7^\circ\text{C}$ entnommen.

Ein Volumenstrom von $36,70 \text{ m}^3/\text{h}$ wird bei der Leitung 9-2 über die Kolonnenleitung 14 wieder dem ersten Abschnitt 2 der Kondensationskolonne zugeführt. Des Weiteren wird bei der Leitung 9-2 über die Extraktionsleitung 13 Sauerwasser mit einem Volumenstrom von $14,51 \text{ m}^3/\text{h}$ ausgeschleust und der Extraktionskolonne 15 zugeführt.

Das restliche Sauerwasser wird durch den ersten Wärmetauscher 8-1 geführt und dort auf 50°C abgekühlt. Die hierfür benötigte Kühlleistung des ersten Wärmetauschers ist 10.486 kW .

Anschließend wird das Sauerwasser durch den zweiten Wärmetauscher 8-2 geleitet, in dem es auf 42°C abgekühlt wird. Die hierfür erforderliche Kühlleistung des zweiten Wärmetauschers 8-2 ist 6.612 kW .

Anschließend wird das Sauerwasser dem dritten Wärmetauscher 8-3 zugeführt und auf 39°C abgekühlt. Die hierfür erforderliche Kühlleistung des dritten Wärmetauschers 8-4 ist 2.450 kW . Da der dritte Wärmetauscher 8-3 ein Kaltwasserkühler ist, muss hierfür Energie aufgebracht werden

Anschließend wird das Sauerwasser dem vierten Wärmetauscher 8-4 zugeführt und auf $24,7^\circ\text{C}$ abgekühlt. Die hierfür erforderliche Kühlleistung des vierten Wärmetauschers 8-4 ist 11.756 kW . Da der vierte Wärmetauscher 8-4 ein Kaltwasserkühler ist, muss hierfür elektrische Energie aufgebracht werden.

Nach dem vierten Wärmetauscher 8-4 wird das gekühlte Sauerwasser in einen ersten Anteil und einen zweiten Anteil aufgeteilt. Der erste Anteil, etwa 42 % des Volumenstromes, wird dem fünften Wärmetauscher 8-5 zugeführt und von diesem auf eine erste Rückführtemperatur von 20,7 °C abgekühlt und bei der ersten

5 Rückführposition durch die erste Rückführöffnung 10-1 in den zweiten Abschnitt 3 zurückgeführt. Die für die Kühlung erforderliche Leistungsaufnahme des fünften Wärmetauschers 8-5 ist 1.400 kW. Da der fünften Wärmetauscher 8-5 ein Flüssiggas-Verdampfer ist, entnimmt er diese Energie ebenfalls dem Sauerwasser

10 Der zweite Anteil, etwa 58 %, wird mit der zweiten Rückführtemperatur von 24,7 °C bei der zweiten Rückführposition über die zweite Rückführöffnung 10-2 in den zweiten Abschnitt 3 der Kondensationskolonne 1 zurückgeführt.

15 Durch die Rückführung des zweiten Anteils des Sauerwassers bei einer zweiten Rückführposition mit einer zweiten Temperatur, die höher als die erste Temperatur ist, ergibt sich eine Temperaturerhöhung des Temperaturprofils im Abschnitt 3 der Kondensationskolonne 1 im Vergleich zu einem Verfahren, bei dem kein Anteil des Sauerwassers bereits bei einer höheren Temperatur ausgeschleust und rückgeführt wird. Hierdurch erhöht sich der Acrylsäuregehalt im Abschnitt 3. Bei dem ersten

20 Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens ergibt sich im Abschnitt 3 ein Volumenstrom von 14,51 m³/h bei 62,7°C mit 9,97% Acrylsäure.

Im Folgenden wird ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit Bezug zu Fig. 2 erläutert:

25

Die Vorrichtung des zweiten Ausführungsbeispiels entspricht im Wesentlichen der Vorrichtung des ersten Ausführungsbeispiels, weshalb im Folgenden nur auf die Unterschiede zur Vorrichtung des ersten Ausführungsbeispiels eingegangen wird.

30 Bei der Vorrichtung des zweiten Ausführungsbeispiels wird ein dritter Anteil des zumindest vom ersten Wärmetauscher 8-1 gekühlten Sauerwassers ausgeschleust, und zwar zumindest einen weiteren Wärmetauscher stromaufwärts von der Entnahme des zweiten Anteils bei der ersten Ausschleusposition 16-1. Bei dem ersten Ausführungsbeispiel wurde dieser zweite Anteil zwischen dem vierten Wärmetauscher 8-

35 4 und dem fünften Wärmetauscher 8-5 bei der Leitung 9-6 entnommen. Wenn dieser zweite Anteil auch bei dem zweiten Ausführungsbeispiel bei dieser Leitung 9-6 ausgeschleust wird, wird im zweiten Ausführungsbeispiel der dritte Anteil zwischen dem zweiten Wärmetauscher 8-2 und dem dritten Wärmetauscher 8-3 bei einer zweiten

Ausschleusposition 16-2 bei der Leitung 9-4 abgezweigt und über eine dritte Rückführleitung 11-3 einem Vermischer 12 zugeführt. In dem Vermischer 12 wird der dritte Anteil mit dem zweiten Anteil, welcher bei der Leitung 9-6 entnommen wird, vermischt. Das Gemisch wird dann über die zweite Rückführleitung 11-2, wie beim ersten Ausführungsbeispiel, bei der zweiten Rückführposition durch die zweite Rückführöffnung 10-2 wieder in den zweiten Abschnitt 3 zurückgeführt.

Stromaufwärts von der zweiten Ausschleusposition sind der erste Wärmetauscher 8-1 und der zweite Wärmetauscher 8-2 angeordnet. Diese beiden Wärmetauscher 8-1, 8-2 zeichnen sich dadurch aus, dass das von ihnen verwendete Kühlmedium, d. h. die Umgebungsluft und das Oberflächenwasser, ungekühlt der Umgebung entnommen wird und insbesondere für die Verwendung in den Wärmetauschern 8-1, 8-2 nicht gesondert gekühlt werden muss.

Im Folgenden wird ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens mit Bezug zur Fig. 2 erläutert:

Das zweite Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens entspricht im Wesentlichen dem ersten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens, weshalb im Folgenden nur auf die Unterschiede zu dem ersten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens eingegangen wird.

Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel wird das Sauerwasser dem zweiten Abschnitt 3 bei der Entnahmeposition durch die Entnahmeöffnung 6 mit einem Volumenstrom von 1.227 m³/h mit einer Temperatur von 63,2 °C entnommen. Der über die Kolonnenleitung 14 dem ersten Abschnitt 2 zurückgeführte Volumenstrom des Sauerwassers und der über die Extraktionsleitung 13 entnommene Volumenstrom des Sauerwassers entsprechen den Volumenströmen des ersten Ausführungsbeispiels.

Von dem ersten Wärmetauscher 8-1 wird der restliche Volumenstrom des Sauerwassers auf eine Temperatur von 50 °C abgekühlt. Die hierfür erforderliche Leistungsaufnahme ist 15.587 kW.

Von dem zweiten Wärmetauscher 8-2 wird der Volumenstrom des Sauerwassers auf eine Temperatur von 42°C abgekühlt. Die hierfür erforderliche Leistungsaufnahme ist 9.464 kW. Bei der Leitung 9-4 werden etwa 70 % des Sauerwassers bei der zweiten Ausschleusposition 16-2 bei einer Temperatur von 42 °C ausgeschleust.

Der restliche Anteil, etwa 30 %, wird dem dritten Wärmetauscher 8-3 zugeführt und von diesem auf 35 °C abgekühlt. Hierfür wird eine Leistung von 2.453 kW benötigt.

5 Anschließend wird das Sauerwasser dem vierten Wärmetauscher 8-4 zugeführt und von diesem auf 25 °C abgekühlt. Hierfür wird eine elektrische Leistung von 3.291 kW benötigt.

Bei der Leitung 9-6 wird dann Sauerwasser über die Leitung 9-7 bei der ersten Ausschleusposition 16-1 ausgeschleust. In dem Vermischer 12 werden die ausgeschleusten Anteile dann mit dem bei der Ausschleusposition 16-2 ausgeschleusten Anteil vermischt
10 und über die zweite Rückführleitung 11-2 bei einer zweiten Rückführtemperatur zwischen 25 und 42 °C bei der zweiten Rückführposition über die zweite Rückführöffnung 10-2 in den zweiten Abschnitt 3 zurückgeführt.

Der erste Anteil des Sauerwassers wird, wie beim ersten Ausführungsbeispiel des
15 erfindungsgemäßen Verfahrens, bei dem fünften Wärmetauscher 8-5 auf 20,9 °C abgekühlt und bei der ersten Rückführposition durch die erste Rückführöffnung 10-1 in den zweiten Abschnitt 3 zurückgeführt. Die Leistungsaufnahme des fünften Wärmetauscher 8-5 ist wie beim ersten Ausführungsbeispiel 1.400 kW.

20 Im Vergleich zum ersten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Sauerwasser schon nach dem zweiten Wärmetauscher 8-2 bei einer höheren Temperatur von z. B. 42 °C ausgeschleust. Bei dem Vermischer 12 wird dieser Anteil dann variabel mit einem weiteren Anteil des Sauerwassers vermischt, der durch den zweiten und dritten Wärmetauscher 8-2, 8-3 auf eine niedrigere Temperatur gebracht wurde. Auf
25 diese Weise ist es möglich, das Sauerwasser in variabler Menge und bei variabler Temperatur über die zweite Rückführöffnung 10-2 in den zweiten Abschnitt 3 zurückzuführen. Dies ermöglicht eine Prozessoptimierung zugunsten von einer Energieeinsparung unter Kontrolle der Acrylsäureverluste.

30 Im Vergleich zum ersten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens wird beim zweiten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens 72 % weniger elektrische Energie für die Kühlung verbraucht, und zwar unter der Annahme, dass im Wesentlichen dieselbe Gesamtkühlleistung aufgebracht wird.

35 Durch die Rückführung des zweiten und dritten Anteils des Sauerwassers bei der zweiten Rückführposition mit einer zweiten Temperatur, die höher als die erste Temperatur ist, ergibt sich in diesem Fall eine weitere Temperaturerhöhung des Temperaturprofils im Abschnitt 3 der Kondensationskolonne 1 im Vergleich zu dem Verfahren des ersten Ausführungsbeispiels. Hierdurch wird der Acrylsäuregehalt im Abschnitt 3 noch weiter

erhöht. Bei dem zweiten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens ergibt sich im Abschnitt 3 ein Volumenstrom von 14,54 m³/h bei 63,1°C mit 11,9% Acrylsäure.

- Des Weiteren ergibt sich in dem durch die Extraktionsleitung 13 entnommenen
- 5 Sauerwasser ein um 1,9 % höherer Acrylsäuregehalt im Vergleich zum Verfahren des ersten Ausführungsbeispiels.

Bezugszeichenliste:

	1	Kondensationskolonne
	2	erster Abschnitt
5	3	zweiter Abschnitt/Quenchabschnitt
	4	Sammelboden
	5	Auslassöffnung
	6	Entnahmeöffnung
	7	Pumpe
10	8	Wärmetauscher
	8-1	erster Wärmetauscher (Luftkühler)
	8-2	zweiter Wärmetauscher (Wasserkühler)
	8-3	dritter Wärmetauscher
	8-4	vierter Wärmetauscher (Kaltwasserkühler)
15	8-5	fünfter Wärmetauscher (Flüssiggas Verdampfer)
	9	Leitungen
	9-1	Leitung
	9-2	Leitung
	9-3	Leitung
20	9-4	Leitung
	9-5	Leitung
	9-6	Leitung
	9-7	Leitung
	10	Rückführöffnungen
25	10-1	ersten Rückführöffnung
	10-2	zweite Rückführöffnung
	11	Rückführleitungen
	11-1	ersten Rückführleitung
	11-2	zweite Rückführleitung

	11-3	dritte Rückführleitung
	12	Vermischer
	13	Extraktionsleitung
	14	Kolonnenleitung
5	15	Extraktionskolonne
	16	Ausschleuspositionen
	16-1	erste Ausschleusposition
	16-2	zweite Ausschleusposition

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Gewinnung von Acrylsäure aus einem Reaktionsgas, das Acrylsäure, Acrolein, Wasser und Verunreinigungen enthält, das bei der katalytischen Gasphasen-Oxidation von Propylen oder Acrolein entsteht, umfassend:

a) Quenchen des Reaktionsgases mit einer Quenchflüssigkeit in einem ersten Abschnitt, wobei ein Acrylsäure enthaltender Flüssigkeitsstrom und ein Acrylsäure enthaltender Gasstrom erhalten werden;

b) Abkühlen des Gasstroms durch Inkontaktbringen mit einer wässrigen Flüssigkeit in einem zweiten Abschnitt, in dem die wässrige Flüssigkeit bei einer Entnahmeposition am unteren Ende des zweiten Abschnitts gesammelt und entnommen, indirekt gekühlt und zumindest ein Teil der gekühlten wässrigen Flüssigkeit dem zweiten Abschnitt wieder zugeführt wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

die wässrige Flüssigkeit in mehreren aufeinanderfolgenden Wärmetauschern gekühlt wird,

wobei ein erster Anteil der wässrigen Flüssigkeit nach dem letzten Wärmetauscher mit einer ersten Temperatur bei einer ersten Rückführposition oberhalb der Entnahmeposition in den zweiten Abschnitt zurückgeführt wird und

ein zweiter Anteil der wässrigen Flüssigkeit bei einer ersten Ausschleusposition nach einem ersten Wärmetauscher und vor dem letzten Wärmetauscher mit einer zweiten Temperatur ausgeschleust und bei einer zweiten Rückführposition, die unterhalb der ersten Rückführposition liegt, in den zweiten Abschnitt zurückgeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das von dem oder den Wärmetauschern verwendete Kühlmedium, der/die stromabwärts von der ersten Ausschleusposition angeordnet ist/sind, mit Energieaufwand abgekühlt wird und das von dem oder zumindest einem der Wärmetauscher verwendete Kühlmedium, der/die stromaufwärts von der ersten Ausschleusposition angeordnet ist, ungekühlt der Umgebung entnommen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein dritter Anteil der gekühlten wässrigen Flüssigkeit bei einer zweiten Ausschleusposition zumindest einen weiteren Wärmetauscher stromaufwärts von der Entnahme des zweiten Anteils mit einer

ritten Temperatur ausgeschleust und mit dem zweiten Anteil der gekühlten wässrigen Flüssigkeit vermischt und danach bei der zweiten Rückführposition mit einer zweiten Rückführtemperatur in den zweiten Abschnitt zurückgeführt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das von dem oder den Wärmetauschern verwendete Kühlmedium, der/die stromaufwärts von der zweiten Ausschleusposition angeordnet ist/sind, ungekühlt der Umgebung entnommen wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Temperatur in einem Bereich von 5 °C bis 21 °C liegt.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Temperatur in einem Bereich von 21 °C bis 30 °C liegt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die dritte Temperatur in einem Bereich von 26 °C bis 50 °C liegt, insbesondere in einem Bereich von 35 °C bis 45 °C.

8. Vorrichtung zur Gewinnung von Acrylsäure aus einem Reaktionsgas, umfassend:

einen ersten Abschnitt zum Quenchen des Reaktionsgases mit einer Quenchflüssigkeit, um einen Acrylsäure enthaltenden Flüssigkeitsstrom und einen Acrylsäure enthaltenden Gasstrom zu erhalten;

einen zweiten Abschnitt zum Abkühlen des Gasstroms durch Inkontaktbringen mit einer wässrigen Flüssigkeit,

wobei der zweite Abschnitt eine Entnahmeöffnung bei einer Entnahmeposition am unteren Ende des zweiten Abschnitts und zumindest eine erste und eine zweite Rückführöffnung bei einer ersten und einer zweiten Rückführposition jeweils oberhalb der Entnahmeposition aufweist, wobei die zweite Rückführposition unterhalb der ersten Rückführposition liegt, und

mehrere aufeinanderfolgende Wärmetauscher, die in Reihe zwischen der Entnahmeöffnung und der zweiten Rückführöffnung angeordnet sind, zum Kühlen von wässriger Flüssigkeit, die durch die Entnahmeöffnung dem zweiten Abschnitt entzogen wurde,

wobei eine erste Rückführleitung den letzten Wärmetauscher mit der ersten Rückführöffnung zum Rückführen eines ersten Anteils der wässrigen Flüssigkeit in den zweiten Abschnitt mit einer ersten Temperatur verbindet und

wobei eine zweite Rückführleitung bei einer ersten Ausschleusposition einen ersten Bereich nach einem ersten Wärmetauscher und vor dem letzten Wärmetauscher mit der zweiten Rückführöffnung zum Ausschleusen und Rückführen eines zweiten Anteils der wässrigen Flüssigkeit in den zweiten Abschnitt mit einer zweiten Temperatur verbindet.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, gekennzeichnet durch eine dritte Rückführleitung, die bei einer zweiten Ausschleusposition einen zweiten Bereich, der zumindest einen weiteren Wärmetauscher stromaufwärts von dem ersten Bereich angeordnet ist, mit der zweiten Rückführleitung zum Ausschleusen eines dritten Anteils der wässrigen Flüssigkeit mit einer dritten Temperatur und zum Vermischen des dritten Anteils mit dem zweiten Anteil verbindet.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der oder die Wärmetauscher, der/die stromaufwärts von der zweiten Ausschleusposition angeordnet ist/sind, ausgewählt sind aus einem Luftkühler und einem Wasserkühler.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein weiterer Wärmetauscher, der stromabwärts von der zweiten Ausschleusposition und stromaufwärts von der ersten Ausschleusposition angeordnet ist, ein Kaltwasserkühler ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein noch weiterer Wärmetauscher, der stromabwärts von der ersten Ausschleusposition angeordnet ist, ein Flüssiggas-Verdampfer ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Rückführleitung den Ausgang des Kaltwasserkühlers mit der zweiten Rückführöffnung verbindet.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die dritte Rückführleitung den Ausgang des Wasserkühlers mit der zweiten Rückführleitung verbindet.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der dritten Rückführleitung und der zweiten Rückführleitung ein Vermischer angeordnet ist, der den dritten Anteil der wässrigen Flüssigkeit mit dem zweiten Anteil der wässrigen Flüssigkeit vermischt.

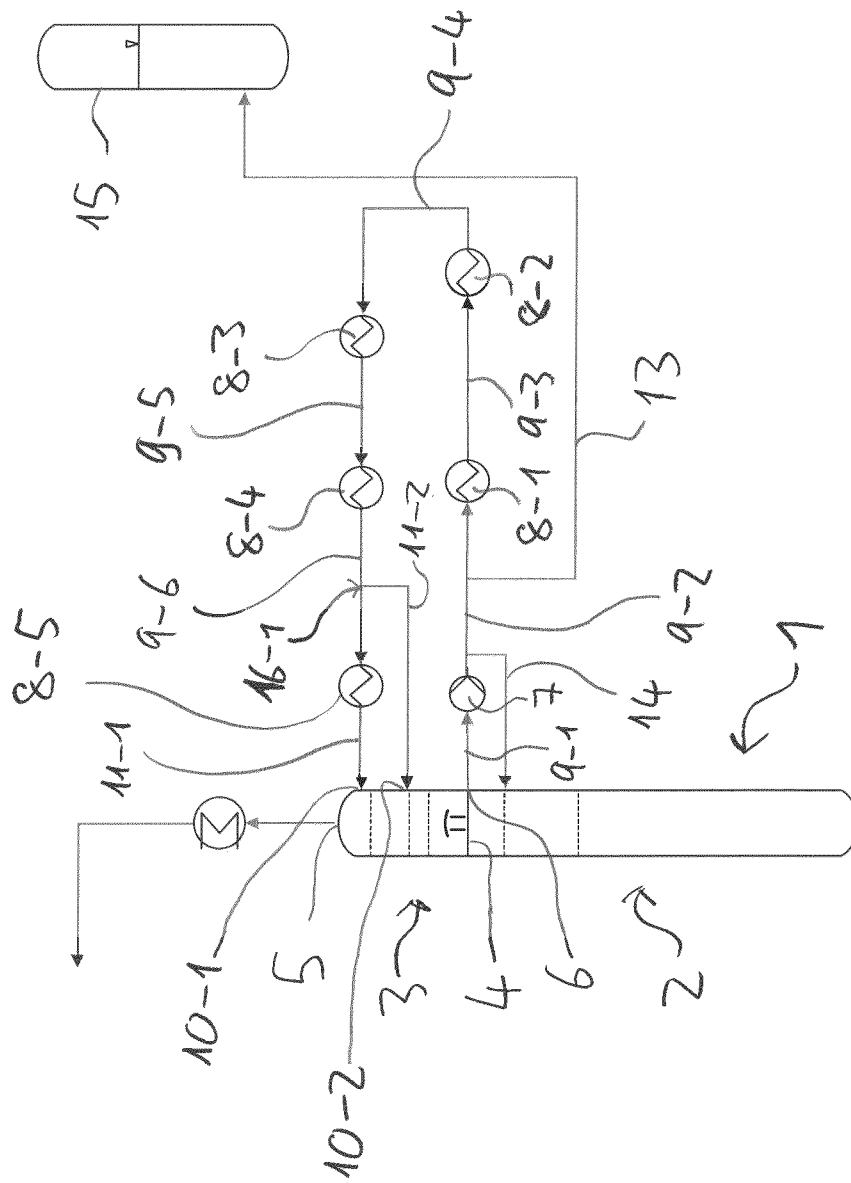


Fig. 1

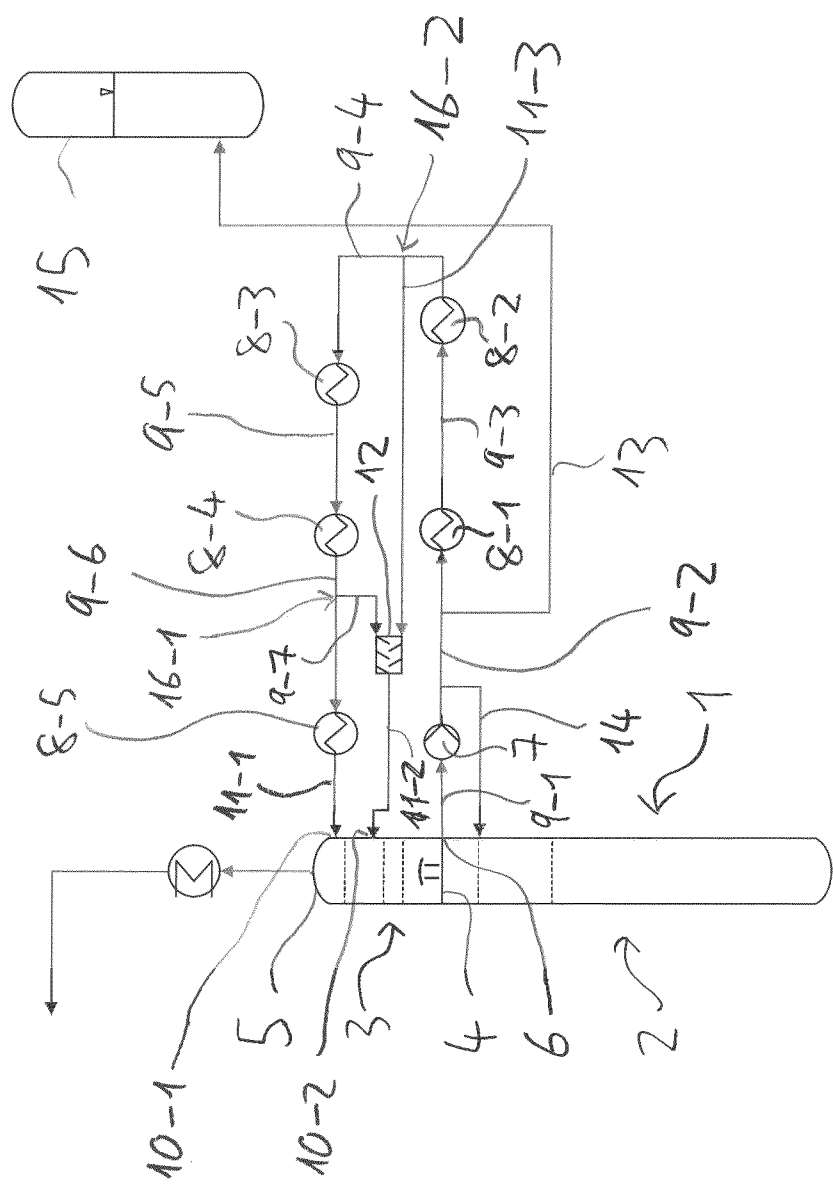


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/065228

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*C07C 51/43*(2006.01)i; *C07C 57/04*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C07C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 10235847 A1 (BASF AG [DE]) 28 August 2003 (2003-08-28) cited in the application figures 1-4 paragraphs [0007], [0008], [0010] - [0014], [0018], [0057], [0061], [0070]	1-15
Y	EP 1097916 A2 (NIPPON CATALYTIC CHEM IND [JP]) 09 May 2001 (2001-05-09) cited in the application figures 1-3	1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 November 2024

Date of mailing of the international search report

20 November 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Fitz, Wolfgang

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2024/065228

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	10235847	A1	28 August 2003	NONE			
EP	1097916	A2	09 May 2001	CN	1299805	A	20 June 2001
				DE	60019876	T2	23 February 2006
				EP	1097916	A2	09 May 2001
				JP	3934293	B2	20 June 2007
				JP	2001131109	A	15 May 2001
				MY	126061	A	29 September 2006
				US	7198766	B1	03 April 2007
				US	2007066845	A1	22 March 2007
				ZA	200006161	B	17 May 2001

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. C07C51/43 C07C57/04 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) C07C		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 102 35 847 A1 (BASF AG [DE]) 28. August 2003 (2003-08-28) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen 1-4 Absätze [0007], [0008], [0010] - [0014], [0018], [0057], [0061], [0070] -----	1 - 15
Y	EP 1 097 916 A2 (NIPPON CATALYTIC CHEM IND [JP]) 9. Mai 2001 (2001-05-09) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen 1-3 -----	1 - 15
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 7. November 2024		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 20/11/2024
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Fitz, Wolfgang

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/065228

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10235847	A1	28-08-2003	KEINE

EP 1097916	A2	09-05-2001	CN 1299805 A 20-06-2001
			DE 60019876 T2 23-02-2006
			EP 1097916 A2 09-05-2001
			JP 3934293 B2 20-06-2007
			JP 2001131109 A 15-05-2001
			MY 126061 A 29-09-2006
			US 7198766 B1 03-04-2007
			US 2007066845 A1 22-03-2007
			ZA 200006161 B 17-05-2001
