

(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
27. Februar 2003 (27.02.2003)

PCT

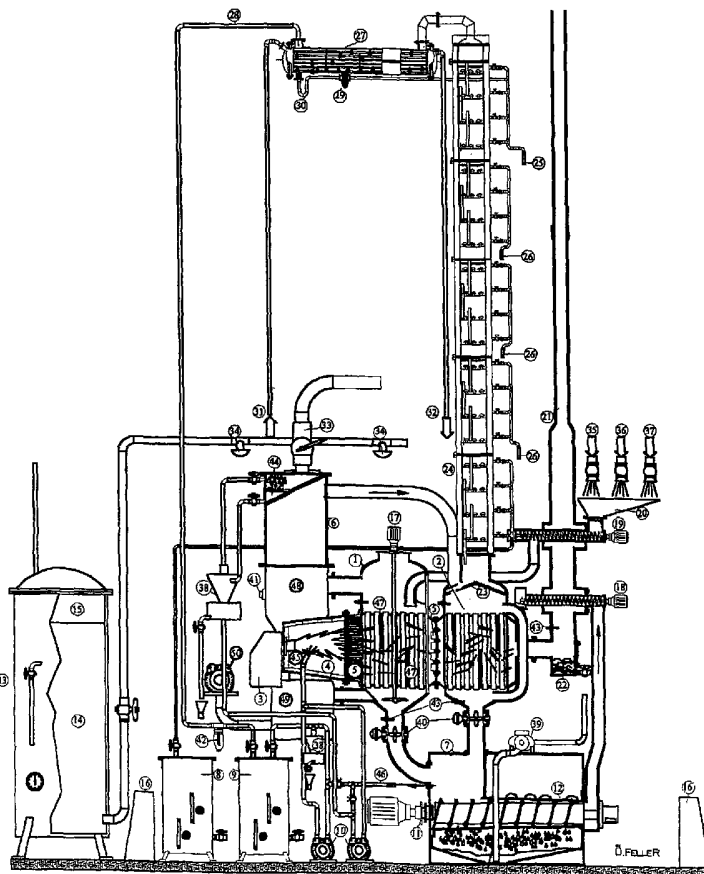
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/016435 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **C10G 1/02**
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/02819
- (22) Internationales Anmeldedatum:
1. August 2002 (01.08.2002)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
101 38 518.8 6. August 2001 (06.08.2001) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **WORLD BUSINESS TREUHAND AG** [LU/LU];
104, rue Principale, L-5480 Wormeldange (LU).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HORNIG, Wolfgang** [DE/MC]; 12, Boulevard de Belgiyue, Villa Duo, MC-98000 Monaco (MC).
- (74) Anwalt: **ACKMANN, Menges & Demski**; Karl-Lehr-Strasse 7, 47053 Duisburg (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: UNPRESSURIZED LIQUEFACTION OF RESIDUES

(54) Bezeichnung: DRUCKLOSE VERFLÜSSIGUNG VON RESTSTOFFEN



(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for unpressurized liquefaction of residues containing hydrocarbons, which describe the oil formation process in a temperature range of 300 to 430° C with similar catalysts, wherein the additives ensure both the separation and the detoxification and stabilization of the resulting oils. The resulting product quality from plastics, waste oils, animal products and fats and other substances containing hydrocarbons is similar to that of fuels, herein the resulting products are highly pure and free from toxic agents.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur drucklosen Verflüssigung von kohlenwasserstoffhaltigen Reststoffen beschrieben, welche im Temperaturbereich von 330 bis 430 °C den Erdölbildungsprozess mit ähnlichen Katalysatoren beschreiben, wobei die Zusatzstoffe neben der Spaltung auch die Entgiftung und Stabilisierung der entstehenden Öle erreichen. Die Produktqualität der aus Kunststoff, Altölen, tierischen Produkten und Fetten und anderen kohlenwasserstoffhaltigen Substanzen entsteht, ähnelt den Treibstoffen und hat eine hohe Reinheit und Sauberkeit von Giftstoffen.



WO 03/016435 A2



(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Drucklose Verflüssigung von Reststoffen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur drucklosen Kompaktierung oder Verflüssigung von biologischen oder mineralischen Reststoffen mit hohem Kohlenwasserstoffanteil. Das Produkt besteht dabei fast ausschließlich aus Kohlenwasserstoffen, die in dieser Form für den Einsatz in der Energie- und Antriebstechnik geeignet sind. Die dabei verbleiben-

5 den, nicht in die flüssige Phase umsetzbaren Feststoffe werden durch mechanische, elektrische und thermische Trocknung und Trennung zu Wertstoffen aufgearbeitet.

Bekannt sind die Verfahren der Verbrennung, Vergasung, Kompaktierung zu Brennbriketts und die Pyrolyse von Reststoffen. Nachteil dieser Verfahren ist die geringe Ausbeute an elektrischer

10 Energie in kleinen Anlagen. Nur durch nahezu vollständige Überführung der Kohlenwasserstoffanteile in Treibstoffe für Dieselmotoren mit Stromgeneratoren ist ein höher elektrischer Wirkungsgrad möglich. Gerade kleine Anlagen verhindern den Mülltourismus, der im Falle von Problemgütern, wie tierische Mehle, darüber hinaus nicht nur Treibstoff für den Transport verbraucht, sondern auch gesundheitliche Verfahren verursacht.

15 Ausgehend von der Pyrolyse wurde deshalb nach einem Verfahren gesucht, das die Kohlenwasserstoffe der Reststoffe fast vollständig in ein Kohlenwasserstoffkonzentrat umwandelt und die verbleibenden Reststoffe fast vollständig von diesen Kohlenwasserstoffen befreit. Dieses ist der Natur bereits vor hunderten von Millionen Jahren gelungen durch den

20 Prozess der Erdölbildung. Diesem Prozess ist maßgeblich die Bildung der Sauerstoffatmosphäre auf der Erde zu verdanken.

Dabei wurde die abgestorbene, organische Materie von den Meeren nicht wieder an die Luft transportiert und dort verbrannt, sondern sank, vermischt mit den Tonmineralien der Urmeere,

25 auf dem Boden. Dort wandelten sich die Sedimente, die eine Art Ölschiefer bildeten, über hunderte von Millionen Jahren bei Temperaturen von ca. im Mittel 120°C um und bildeten das flüssige Erdöl. Auf Grund des flüssigen und damit mobilen Zustandes des Öles pressten sich die Öle aus den Sedimenten aus und wanderten in Sandschichten mit den ausreichenden Lückenvolumen für die Speicherung, aus denen sie heute gefördert werden.

30 Ziel der Erfindung ist es deshalb, diesen Prozess so nachzubilden und zu modifizieren, dass er nicht nur auf die nachwachsenden Reststoffe, wie Öle und Fette, sondern auch auf die Umwandlung von Kunststoffen und chlorhaltigen Ölen und Holzbestandteilen anwendbar ist. Ziel der Erfindung ist es deshalb, ein Verfahren und einen Zusatzstoff zum Einsatz in dem

Verfahren zu finden, der, ähnlich wie die Tonmineralien in den Urmeeren, die Prozesse Entgiftung, Spaltung zu dünnflüssigen Kohlenwasserstoffen und die Stabilisierung durch Umlagerung der sich bei der Spaltung bildenden Endvalenzen zu finden. Die Stabilisierung dient dabei der Verhinderung einer nachfolgenden Verdickung der sich bildenden Öle.

5

Weiterhin ist es das Ziel der Erfindung, diesen Prozess in Sekunden statt in den langen historischen Zeiträumen und in einer Form durchzuführen, die eine hohe Produktqualität trotz aller Verunreinigungen und Zusätze, wie Schaumbildner, der Reststoffe gewährleistet.

10

Der Prozess soll also auch für mineralische Kohlenwasserstoffprodukte, wie Altöle mit dem Phosphatanteil als Schaumbildner, Kunststoffe mit chlor- und fluorhaltigen Stoffen, wie PVC und Teflon, und für die Altfette und Komplexkohlenwasserstoffe, wie Destillationsrückstände, geeignet sein.

15

Die wesentliche Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, ein Verfahren aufzuzeigen, bei dem die Reststoffe in eine verwertbare Form in stofflicher Form ohne Verbrennung und Vergasung überführt werden.

20

Erfindungsgemäß ist zur Lösung der Aufgabe vorgesehen, dass diese Stoffe in einen zwischen 300 und 450°C heißen Ölkreislauf mit einem oberflächenaktiven Zusatzstoff eingegeben und zu Ölen im Siedebereich von 100 bis 350°C umgewandelt werden. Weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens sind in den Unteransprüchen angegeben.

25

Überraschenderweise wurde die vollständige Lösung dieses Problems dadurch gefunden, in dem die Temperatur der Erdölbildung von 120°C auf durchschnittlich 390°C angehoben wird und dadurch der Prozess auf Sekunden verkürzt wird. Die Art des Tonminerals, die dabei alle 3 Funktionen der Entgiftung, Spaltung und Stabilisierung wirtschaftlich und regenerierbar ermöglicht, ist das Kalzium-Aluminium-Silikat in der Form des A 504 der Firma Tricat.

30

Die Anlagenform zur oben genannten Lösung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Kreisläufe nebeneinander von Umlaufröhrenverdampfer, im Kreislauf mit dem Sicherheitsbehälter und rauchgasseitig nachgeschaltetem Umlaufverdampfer der Destillationsanlage mit Rücklaufrohren und rückstandsseitig für die ausgetragenen Reststoffe die Auspressschnecke, Restölverdampfung und Elektrolyse für die phosphathaltigen anorganischen Reste vorgesehen sind.

35

Der vollständige Verfahrensablauf wird unter direkter Bezugnahme auf Figur 1 und 2 ausführlich beschrieben.

Figur 1 zeigt das erfinderische Verfahren. In einem Umlaufverdampfer 1 werden die eigentliche Spaltung und Stabilisierung der erzeugten Kohlenwasserstoffkonzentrate durchgeführt. In einem rauchgasseitig nachgeschaltetem Destillationsverdampfer 2 werden die so erzeugten Öle noch einmal zu hochwertigen Ölen aufdestilliert. Zum Erreichen der Reaktionstemperatur von 390°C dient der Startbrenner in Form eines Ölbrenners 3, in dem das produzierte Öl für den Startvorgang verbrannt wird. Dieses geschieht in einer Brennkammer 4, die im Betriebszustand mit dem Gas aus den Vakuumpumpen 10 geheizt wird. Im Betriebszustand erfolgt kein Betrieb aus dem Brenner 3, der im Betrieb nur die Verbrennungsluft liefert.

10

Der Umlaufverdampfer 1 besitzt auf beiden Seiten eine Wabenkeramikschiicht 5, die dafür sorgt, dass die Brennkammer stabil brennt und die Erhitzung der Verdampferrohre durch den erhöhten Strahlungsanteil der Wärmeübertragung optimal funktioniert. Der dabei unter Mitwirkung der Spaltwirkung des zugegebenen Kalzium-Aluminium-Silikat verdampfte Kohlenwasserstoff sammelt sich in einem Sicherheitsdampfbehälter 6. Dieser ist groß ausgelegt, um möglicherweise durch Schaumbildner entstehende Schäume nicht in das Produkt gelangen zu lassen. Die nicht verdampften Anteile sammeln sich am Boden des Sicherheitsbehälters und gelangen von dort wieder zurück in den Umlaufverdampfer, wodurch sich ein Kreislauf bildet.

20

Die beiden Verdampfer, der Umlaufverdampfer 1 und der Destillationsverdampfer 2 sind verbunden mit einem Austrag 7, der die abgesetzten Feststoffe aus den beiden Verdampfern 1 und 2 entsorgt. Auf der Produktseite werden die verdampften Stoffe, die in der Destillationskolonne kondensieren über die beiden Produktbehälter 8 und 9 ausgetragen. Dabei ist der Behälter 8 ein Zwischenprodukttank für die Zwischenspeicherung von Ölen für die Aufrechterhaltung des Flüssigniveaus in dem Umlaufverdampfer und der Behälter 9 der Produkttank für die Speicherung des Endproduktes.

30

Im Falle von wasserhaltigen Eingangsstoffen ist der Zwischenprodukttank 8 der eigentliche Produkttank und der Produkttank 9 dient der Gewinnung des Wasseranteiles. Das gasförmige Produkt aus dem Produkttank 9 und dem Sicherheitsbehälter 6 wird über die Vakuumpumpen 10 in die Brennkammer abgesaugt.

35

Dabei schaltet sich die rechte Vakuumpumpe nur für den Fall zu, dass die Temperatur im Sicherheitsbehälter an der Absaugstelle durch Bildung von Wasserdampf absinkt. Dadurch wird die Atmosphäre des Sicherheitsbehälters von Wasserdampfanteilen befreit. Der Feststoffausstrag wird durch eine Schneckenpresse 11 mit einem Presszylinder 12 durchgeführt. Der konisch

sich verjüngende Presszylinder 12 hebt die Feststoffkonzentration durch Auspressen von Öl an.

Die Sicherheitstechnik für die Handhabung einer solchen Anlage mit brennbarem Öl wird gewährleistet über eine Regelungstechnik und im Havariefall über einen
5 Druckwasserlöschbehälter 13 mit dem Inhalt des Löschwassers 14 und einer sich darüber befindlichen Druckluft 15. Im Havariefall wird durch das Löschen mit dem Druckwasser 14 die Löschwassermenge unterhalb der Anlage gesammelt und somit die Grundwasserverschmutzung durch ein Löschwasserrückhaltebecken 16 verhindert.

10 Zur Ergänzung der Mobilisierung des eingetragenen und sich bildenden Feststoffes dient ein Rührwerk 17. Dabei muss dafür gesorgt werden, dass die Feststoffmenge in dem Reaktor nicht zu groß wird, um den Umlauf nicht zu behindern. In einer besonderen Ausführungsform wird der Feststoff über eine Austragschnecke in ein Steigrohr gefördert, dass mit einem Eintrag in den Sicherheitsbehälter oberhalb des Flüssigkeitsniveaus der Kreislaufflüssigkeit verbunden ist.
15 Unterhalb dieses Eintrages befindet sich ein Abscheidesieb, auf dem dann der Feststoff abtropft und von dem der Feststoff nach außen über eine Öffnung und Kratzer periodisch ausgetragen wird.

Der Vorteil einer solchen zusätzlichen Abscheidung von Feststoff ist die laufende Austragung
20 bei voller Öffnung der Rohrleitung, die einen zusätzlichen, abscheidenden Kreislauf zum Sicherheitsbehälter bildet. Dieser Kreislauf sorgt für eine ständige Abscheidung von sich bildenden Feststoffen und entlastet den Flüssigkeitskreislauf von diesen Stoffen. Die Abscheidung über den Bodenablass wird dagegen nur periodisch nach dem Abfahren der Anlage durchgeführt, da eine exakte Dosierung notwendig ist, um zu verhindern, dass der
25 untere Behälter mit dem Inhalt des Reaktors überfüllt wird.

Eine weitere, innovative Abscheidung von katalytisch nichtverdampfenden Feststoffen ist in dem Kreislauf zwischen dem Röhrenverdampfer und dem Sicherheitsbehälter in der Weise eingeschaltet, dass das aus dem Röhrenverdampfer kommende Gemisch aus Produktdampf
30 und nicht verdampfte Flüssigkeit tangential unterhalb des Sicherheitsbehälters in einen Hydrozyklon 48 mündet, der nach oben in den Sicherheitsbehälter und nach unten in einen Flüssigkeitsbehälter 49 mündet, der im oberen Teil mit dem unteren Teil des Umlaufverdampfers verbunden ist und dadurch den Kreislauf gewährleistet.

35 Der von der Schneckenpresse 11 ausgetragene Feststoff wird nach der Auspressschnecke 12 in eine Austragschnecke 18 gefördert und dort weiter durch indirekte Beheizung getrocknet. Der ausgetriebene Öldampf gelangt von dort in den Sicherheitsbehälter. Ebenfalls im Rauchgas-

strom ist eine Eintragschnecke 19, in der die eingetragenen Stoffe aus einem Eintrag 20 durch indirekte Erwärmung durch das Rauchgas getrocknet und durch die anschließende Eintragsrohrleitung direkt bis in die Kreislaufflüssigkeit eingetragen werden. Der Eintrag in die Flüssigkeit verhindert die Kontaminierung des Dampfes mit feinkörnigen Eintragungsgütern, wie prionenverseuchtem Tiermehl und sorgt so für die 100%-ige Umsetzung der eingetragenen Problemstoffe.

Die so abgekühlten Rauchgase gelangen über ein Rauchgasrohr 21 nach außen. Im Aufheizzustand entsteht dabei Kondensat, das im Rauchgasrohr 21 kondensiert und durch einen Kondensatableiter mit Neutralisation 22 nach außen abgeleitet wird.

Die dabei erreichten Abkühlungen des Rauchgases erfolgen in der Umlaufverdampferstufe auf 450°C, in dem Destillationsverdampfer auf 350°C, in dem Nachrockner auf 250°C und dem Eingangsstoffrockner auf 150°C. Für die Startphase sind die Trockner mit zusätzlichen Brennern versehen, die die notwendige Mindesttemperatur sicherstellen.

Die Produkterzeugung in dem Destillationsverdampfer 2 wird unterstützt durch eine Schaumbremse 23, die dafür sorgt, dass in eine Destillationskolonne 24 nur Dampf ohne den Flüssigkeitsanteil eines Schaumes gelangt und somit das Produkt besonders sauber entsteht.

In der Destillationskolonne 24 entstehen die Leichtsieder am oberen Ende der Kolonne und werden an einer Leitung 25 entnommen. Das Produkt entsteht in den darunter liegenden Böden und wird an den Leitungen 26 entnommen. Die Destillationskolonne ist zweckmäßigerweise eine Glockenbodenkolonne.

Dabei ist die Produktspezifikation durch die Siedetemperatur des jeweiligen Kolonnenabschnittes und der Böden gegeben und sorgt so für die Steuerung der Produkte. Dieses geschieht durch einen Kondensator 27 und ein Magnetventil 29. Zur Senkung der Produktverdampfungstemperatur wird eine Rückspülung 30 aktiviert. An dem Kondensator 27 ist am Ende eine Vakuumleitung 28 angebracht, die in den Produktbehälter 9 mündet. Die als mittlere Siedetemperatur des Produktabzuges einzustellenden Werte sind für Dieselöl 270°C, Heizöl EL 280°C, Kerosin 250°C und Benzin für den Fall hoher Aromatenanteile 160°C.

Der Kondensator erhält sein Kühlwasser durch einen Kühlwasserzulauf 31. Im Gegenstrom durchläuft das Kühlwasser den Kondensator und gelangt danach in einen Kühlwasserablauf 32. Wenn trotz der Kühlung und der Vakuumpumpe der Druck des Systems über einen eingestellten Wert ansteigt, gelangt das überschüssige Gas über ein Überdruckventil 33 in die

Fackel. Ebenfalls dienen die Druckwasseröffnungen, die Löschwasserdruckdüsen 34 der Beherrschung von kritischen Betriebszuständen. Dort wird mit einem Kühlwasserstrom im Havariefall oder kritischen Betriebszustand die Temperatur der heißesten Zone des Systems von 390°C auf die unkritische untere Zündtemperatur von unter 320°C abgekühlt.

5

Die Eingangsstoffe, die in das System am Eintrag 20 über eine Dosierung eingeführt werden, sind die Reststoffe 35, ein Katalysator 36 und der Kalk 37. Der Katalysator wird in Form eines feinen Pulvers eingegeben, um in dem Umlaufverdampfer homogen suspendiert vorzuliegen. Statt Kalzium-Magnesium-Silikat wird auch Natrium-Aluminium-Silikat verwendet. Der Kalk wandelt dann dieses Natrium-Aluminium-Silikat durch Ionentausch in Kalzium-Magnesium-Silikat um. Damit ist auch bei Eingabe von Natrium-Magnesium-Silikat das Kalzium-Magnesium-Silikat die wirksame Substanz.

10

Diese Umwandlung ist insbesondere bei Einsatz von Kunststoffabfällen immer gegeben, da das in den Kunststoffabfällen enthaltene PVC durch Ionentausch den Natriumanteil des Katalysators durch Salzbildung entnimmt bzw. durch Wasserstoff ersetzt. Durch die anschließende Reaktion des Katalysators mit dem Kalk beziehungsweise Kalkhydrat wird der Katalysator dann immer die Form Kalzium-Magnesium-Silikat annehmen und als aktive Substanz wirken. Der Kalk wird über die pH-Messung in dem Gas nach der Vakuumpumpe dosiert, indem bei pH-Wert-Absenkung die Dosierung so lange eingeschaltet wird bis pH 7 wieder erreicht ist. Statt Kalk kann auch Soda oder Ätznatron eingegeben werden.

15

20

Zur Aufbereitung oder Reinigung vor der Vakuumpumpe der in den Brenner eingegebenen Produktgase werden die noch flüssigen Bestandteile in einem Hochgeschwindigkeitszyklon 38 abgegeben.

25

Dieser besteht aus einem Zyklon, dessen Einlaufdüse in Form einer Venturidüse verlängert ist. Die Düse besitzt als Verlängerung am Einlauf einen verengenden Teil, in dem die Geschwindigkeit auf Werte von ca. 100 m/s erhöht wird, einen parallelen Teil mit mindestens einem 5-fachen Durchmesser und einen erweiternden Teil mit 6° Erweiterung von einem 3 bis 6-fachen Durchmesser. Die dabei stabilisierte Strömung scheidet die Flüssigkeiten viel besser ab. Die am Austrag ausgepressten Ölanteile werden durch eine Schwerölpumpe 39 zurück in den Sicherheitsbehälter 6 gepumpt.

30

Das von der Schwerölpumpe 39 geförderte Öl dient dabei, wie auch das Öl aus dem Zwischenproduktbehälter 9 der Aufrechterhaltung des Flüssigkeitsniveaus in dem Umlaufverdampfer 1, dessen Flüssigkeitsumlauf und damit zuverlässige Arbeitsweise davon abhängt,

35

dass der Kreislauf des Öles zwischen dem Umlaufverdampfer und dem Sicherheitsbehälter mit ausreichendem Flüssigkeitsspiegel erhalten bleibt.

5 Dabei sind in dem Kreislauf die Schweröle wichtig, da die Reaktion mit den eingegebenen Stoffen und nicht mit der Kreislaufflüssigkeit erfolgen soll. Diese sollen weitgehend erhalten bleiben, um den Flüssigkeitskreislauf zu erhalten. Die Anlage wird deshalb auch erstmalig gestartet mit einem schwer verdampfenden wasserarmen Öl, einer Art Thermoöl, wie es für die Wärmeübertrager mit Thermoöl eingesetzt wird. Diese Öle werden laufend ergänzt durch die schwerer spaltbaren Anteile der Einsatzstoffe, wie beispielsweise den Asphaltene der Rückstandsöle, die jedoch bei erhöhter Katalysatortemperatur auch gespalten werden.

10 Der Austrag der in den Verdampfern abgesetzten Feststoffe am unteren Ende der Verdampfer wird über Klappen oder Dosierschnecken, die Magnetventile 40, durchgeführt. Dabei werden die Signale dafür durch die Thermoelemente 43 gegeben, die bei Ablagerungen am unteren Ende die Absenkung der Temperatur gegenüber den Verdampferinhalten als Signal für den Austrag bringt. Setzen sich also Feststoffe ab, so sorgen diese für eine Temperaturabsenkung an dem Thermoelement gegenüber der zirkulierenden Flüssigkeit. Wenn diese Temperaturabsenkung einen Wert überschritten hat, wird der Austrag so lange aktiviert bis der Wert wieder unterschritten ist. Damit wird der periodisch, kontinuierliche Austrag automatisiert.

15 20 Die Zufuhr der Schweröle aus dem Zwischenproduktbehälter 9, zusätzlichen Reststoffölbehältern für zu verarbeitende Altöle und Reststofföle und der Schwerölpumpe 39 wird durch einen Schwimmerschalter 41 im Sicherheitsbehälter gegeben. Sinkt der notwendige Flüssigkeitsspiegel unter einen Wert, werden die Öle zudosiert bis das Niveau wieder erreicht ist. Das Signal für die Zudosierung des Kalkes 36 gibt ein pH-Messfühler 42 in der Vakuumleitung. Die Signale für die Temperatursteuerungen geben die Temperatur- und Messfühler 43. Dabei werden durch diese nicht nur die Klappen am Austrag angesteuert, sondern die Temperaturfühler dienen auch als Messfühler für die Elemente der Wärmeerzeugung des Systems und die Menge der zugegebenen Katalysatormenge.

25 30 Der Temperaturfühler in dem Umlaufverdampfer oberhalb der Röhrenbündel erhöht die Katalysatormenge mit steigender Temperatur, da dann die Reaktion gesteigert und die Temperatur gesenkt wird. Bei Absinken der Temperatur wird der Zusatzbrenner gestartet. Nach Erreichen der Reaktionstemperatur und bei ausreichender Drehzahl der Vakuumpumpe, dass heißt die notwendige Mindestdrehzahl der Vakuumpumpe für die Gasversorgung wird erreicht, wird der Startbrenner abgeschaltet. Bei dann abfallender Temperatur, wird das Vakuum erhöht und erst wenn dann die Temperatur weiter fällt, wird der Brenner wieder

gezündet.

Steigt die Temperatur weiter, wird die Eintragsmenge erhöht, die das System kühlt. Mit der Menge des Eintrages wird die Temperatur gesteuert. Für den Fall eines weiteren Ansteigens
5 wird die Gasmenge zum Brenner durch dosiertes Öffnen des Gasstromes zur Fackel reduziert. Eine Energiezufuhr kann dabei auch durch das Absaugen des entstehenden Wasserdampfes im Sicherheitsbehälter entstehen.

Die bei nassem Eintrag bei tieferen Temperaturen entstehenden Wasserdampf- und
10 Leichtsiederanteile werden am oberen Ende des Sicherheitsbehälters an einem Wasserabscheider 44 ausgetragen und von den flüssigen Anteilen über den Hochgeschwindigkeitszyklon 38 getrocknet in die Brennkammer eingeführt.

Dabei ist die in diesen Kreislauf geschaltete Vakuumpumpe in der Phase des Nichtbetriebes
15 über ein Magnetventil getrennt, um das Vakuum nicht zu gefährden. Beide Gasströme, aus dem Kondensator und aus dem Wasserabscheider, gelangen über eine Gasleitung 45 in die Brennkammer 4 und sorgen für einen thermisch stabilen Betrieb ohne Fremdenergiezufuhr. Die Gasmenge an der Gesamtproduktmenge ist dabei energieanteilmäßig ca. 3 bis 7 %. Im Mittel werden 4,5% Gas, bezogen auf den Eingangsstoff oder das Produkt, erzeugt.

20 Die Regelung sorgt dabei dafür, dass die Gasmenge an den Energiebedarf des Systems immer angepasst ist. Nur im Falle einer plötzlichen Überproduktion ist daher eine Sicherheitsleitung 46 zur Fackel geöffnet. Zur besseren Ausnutzung dieser Gasenergie sind die Verdampferrohre im hinteren Teil mit Rippen ausgerüstet, mit Metallschwamm beschichtet oder mit den Flammen-
25 Umlenkmalechen 47 verbessert angeströmt. Diese Umlenkmaleche erhöhen den Rauchgasweg und sorgen somit für einen besseren Wärmeübergang an den Verdampfern.

Figur 2 zeigt die erfinderische Vorrichtung. Ein Umlaufverdampfer 51 besteht aus einem
30 zylindrischen Behälter mit Rohrbündel. Die in Richtung der Flammen gesehenen Rohre sind unberippt. Die im Strahlungsschatten der Rohre nach hinten liegenden Rohre haben Rippen, oberflächenvergrößernde Strukturen, wie Schaummetallguß oder Umlenkmaleche. Der Umlaufverdampfer 51 hat unterhalb und oberhalb der Rohre Sammelkammern, die mit einem danebenliegenden Sicherheitsdampfbehälter 56 mit Rohren verbunden sind und somit einen
35 Kreislauf bilden.

Unterhalb des Sicherheitsdampfbehälters 56 ist ein Hydrozyklon 98 angeordnet, der mit einem darunter liegenden Flüssigkeitsbehälter 99 und der Verbindungsrohrleitung zwischen dem

Umlaufverdampfer und diesem Flüssigkeitsbehälter 99 einen Kreislauf bildet. Am unteren Ende des Flüssigkeitsbehälters 99 ist eine Pumpe zum Abtransport der Feststoffe angeordnet.

5 Rechts neben dem Umlaufverdampfer 51 liegt ein rauchgasseitig nachgeschaltete Destillationsverdampfer 52, über den die Destillationskolonne angeordnet ist. Links daneben liegt der Startbrenner in Form eines Ölbrenners 53, der an eine keramisch ausgekleidete Brennkammer 54 montiert ist. In diese mündet die Gasleitung, die mit den Vakuumpumpen 60 verbunden ist. Der Brenner 53 hat eine getrennte Schaltung für die Luft und die Ölzufuhr, die zeitweise im Betrieb unterbunden ist, während das Verbrennungsluftgebläse im Betrieb immer angeschaltet
10 ist.

Der Umlaufverdampfer 51 besitzt auf beiden Seiten eine Wabenkeramikschiicht, die aus Wabenkeramikblöcken von 50 bis 100 mm Dicke aufgebaut ist. Das Material ist vorzugsweise Magnesium-Aluminium-Silikat (Cordierit). Oberhalb des Ölbrenners 53 ist der Sicherheitsdampfbehälter 56 angeordnet.
15

Dieser ist groß ausgelegt und mit schaubremsenden Einbauten versehen. Er besitzt die Verbindungsleitungen zu dem Umlaufverdampfer 51 und bildet mit ihm einen Flüssigkeitskreislauf.
20

Die beiden Verdampfer, der Umlaufverdampfer 51 und der Destillationsverdampfer 52 sind mit einem Austrag 57 verbunden, der darunter angeordnet ist. Er ist verbunden mit den beiden Verdampfern 51 und 52. Oberhalb ist die Destillationskolonne angeordnet, die vorzugsweise aus einer Glockenbodenkolonne besteht. Diese hat auf den Böden Auslässe, die mit Rohrleitungen und Ablaufbehältern verbunden sind. Diese sind die beiden Produktbehälter 58 und 59.
25

Dabei ist der Behälter 58 ein Zwischenprodukttank, vorzugsweise ein zylindrischer druckloser Behälter, der für die Lagerung von Ölen zugelassen ist. Er ist mit dem Sicherheitsdampfbehälter durch eine Leitung und eine Förderpumpe verbunden, die über den Niveauschalter geschaltet wird. Der Behälter 59 ist der Produkttank für die Speicherung des Endproduktes, d. h. die Produktbehälter sind mit unterschiedlichen Leitungen verbunden. Der Zwischenproduktbehälter 58 ist über eine Pumpe mit dem Sicherheitsbehälter verbunden. Der Produktbehälter 58 ist mit dem Verbraucher oder einem Tank verbunden.
30

35

Im Falle von wasserhaltigen Eingangsstoffen ist der Zwischenprodukttank 58 der eigentliche Produkttank und der Produkttank 59 dient der Gewinnung des Wasseranteiles. Das gasförmige

Produkt aus dem Produkttank 59 und dem Sicherheitsbehälter 56 wird über die Vakuumpumpen 60 in die Brennkammer abgesaugt. Dabei schaltet sich die rechte Vakuumpumpe nur für den Fall zu, dass die Temperatur im Sicherheitsbehälter an der Absaugstelle durch Bildung von Wasserdampf absinkt. Dadurch wird die Atmosphäre des Sicherheitsbehälters von Wasserdampfanteilen befreit.

Der Feststoffaustrag wird durch eine Schneckenpresse 61 mit einem Presszylinder 62 durchgeführt. Der konisch sich verjüngende Presszylinder 62 hebt die Feststoffkonzentration durch Auspressen von Öl an. Die Sicherheitstechnik für die Handhabung einer solchen Anlage mit brennbarem Öl wird gewährleistet über eine Regelungstechnik und im Havariefall über einen Druckwasserlöschbehälter 63 mit dem Inhalt des Löschwassers 64 und der sich darüber befindlichen Druckluft 65. Im Havariefall wird durch das Löschen mit dem Druckwasser 64 die Grundwasserverschmutzung durch ein Löschwasserrückhaltebecken 66 verhindert.

Zur Ergänzung der Mobilisierung des eingetragenen und sich bildenden Feststoffes dient ein Rührwerk 67. Dieser ist an dem Umlaufverdampfer so angeordnet, dass der Rührer durch eines der Rohre bis unterhalb der Rohre ragt und so die Flüssigkeit unterhalb der Rohre erreicht. Der dann ausgetragene Feststoff wird nach einer Auspressschnecke 62 in eine Austragschnecke 68 gefördert und dort weiter durch indirekte Beheizung getrocknet. Der ausgetriebene Öldampf gelangt von dort in den Sicherheitsbehälter.

Ebenfalls im am Ende angeordneten Schornstein bzw. Abgasrohr ist eine Eintragschnecke 69. Sie besitzt eine doppelte Wand, in der Zwischenwand ist das Rauchgas getrennt von dem Schneckeninhalt geführt. Die Schnecke besitzt eine Verbindungsleitung zu einem Eintrag 70. Die Rauchgasleitung geht über in ein Rauchgasrohr 71. Am unteren Ende des Rauchgasrohres 71 befindet sich ein Kondensatableiter mit Neutralisation 72 mit einer Kondensatableitung nach außen.

In dem Destillationsverdampfer 52 ist eine Schaumbremse 73 angeordnet. Sie besteht aus übereinander angeordneten Sieben oder metallischem Schwammguß und liegt unterhalb einer Destillationskolonne 74. In der Destillationskolonne 74 wird die Leichtsiederfraktion über eine Leitung 75 entnommen. Das Produkt entsteht in den darunter liegenden Böden und wird an den Leitungen 76 entnommen, in dem die an dem Boden angebrachte Rohleitung mit dem Produktbehälter verbunden ist.

Oberhalb der Böden der Destillationskolonne sind Temperaturfühler angeordnet, die elektronisch mit den Flüssigkeitsablaufmagnetventilen verschaltet sind. Die Schaltung öffnet die

- Magnetventile innerhalb einer definierten Temperatur, in der die Qualität des Produktes gegeben ist. Dabei ist die Produktspezifikation durch die Siedetemperatur des jeweiligen Kolonnenabschnittes und der Böden gegeben und sorgt so für die Steuerung der Produkte. Dieses geschieht durch einen Kondensator 77 und ein Magnetventil 79. Eine Rückspülung 80
5 und das Magnetablassventil wird elektrisch aktiviert mit der elektrischen Verbindungsleitung zu der Produkttemperaturanzeige. An dem Kondensator 77 ist am Ende eine Vakuumleitung 78 angebracht, die in den Produktbehälter 59 mündet.
- Der Kondensator erhält sein Kühlwasser durch einen Kühlwasserzulauf 81. Im Gegenstrom
10 durchläuft das Kühlwasser den Kondensator und gelangt danach in einen Kühlwasserablauf 82. Wenn trotz der Kühlung und der Vakuumpumpe der Druck des Systems über einen eingestellten Wert ansteigt, gelangt das überschüssige Gas über ein Überdruckventil 83 in die Fackel.
- 15 Ebenfalls sind die Löschwasserdruckdüsen 84 mit Magnetventilen verbunden, die elektrisch mit Flammen- und Rauchgasdetektoren verschaltet sind und von dort ihren Öffnungsimpuls erhalten. So wird mit einem Kühlwasserstrom im Havariefall oder kritischen Betriebszustand die Temperatur der heißesten Zone des Systems von 390°C auf die unkritische untere Zündtemperatur von unter 320°C abgekühlt.
- 20 Der Eingangsstoffeintrag 70 ist über eine Dosierung verbunden mit dem Eintrag der Reststoffe 85, einem Katalysator 86 und dem Kalk 87. Der Reststoff ist dabei kohlenwasserstoffhaltig und hat die Form von Tiermehl, Fett, Altöle, Vakuurrückstand, Kunststoffe, Holzmehle oder Gummi. Der Katalysator wird in Form eines feinen Pulvers eingegeben und hat die chemische Struktur
25 von pulverisiertem Kalzium-Magnesium-Silikat oder auch Natrium-Aluminium-Silikat. Dabei wandelt sich dann dieses Natrium-Aluminium-Silikat durch Ionentausch in Kalzium-Magnesium-Silikat um. Damit ist auch bei Eingabe von Natrium-Magnesium-Silikat das Kalzium-Magnesium-Silikat die wirksame Substanz.
- 30 Diese Umwandlung ist insbesondere bei Einsatz von Kunststoffabfällen immer gegeben, da das in den Kunststoffabfällen enthaltene PVC durch Ionentausch den Katalysator das Natrium durch Salzbildung entnimmt bzw. durch Wasserstoff ersetzt. Durch die Reaktion des Katalysators mit dem Kalk bzw. Kalkhydrat wird der Katalysator dann immer die Form Kalzium-Magnesium-Silikat annehmen und als aktive Substanz wirken. Der Kalk wird über die pH-Messung in dem
35 Gas nach der Vakuumpumpe dosiert, indem bei pH-Wert-Absenkung die Dosierung so lange eingeschaltet wird bis pH 7 wieder erreicht ist. Statt Kalk kann auch Soda oder Ätznatron eingegeben werden.

Die Brennergasleitung ist verbunden mit einem Hochgeschwindigkeitszyklon 88. Dieser besteht aus einem Zyklon, dessen Einlaufdüse in Form einer Venturidüse verlängert ist. Die Düse besitzt als Verlängerung am Einlauf einen verengenden Teil, in dem die Geschwindigkeit auf
5 Werte von ca. 100 m/s erhöht wird, einen parallelen Teil mit mindestens einem 5-fachen Durchmesser und einen erweiternden Teil mit 6° Erweiterung und einem 3 bis 6-fachen Durchmesser. Die dabei stabilisierte Strömung scheidet die Flüssigkeiten viel besser ab.

10 In dem Austrag 57 ist eine Schwerölpumpe 89 angeordnet, die mit dem Sicherheitsbehälter 56 verbunden ist. Ebenfalls ist eine Verbindungsleitung zwischen dem Zwischenproduktbehälter 59 und dem Umlaufverdampfer 51 angeordnet. In dem Umlaufverdampfer 51 ist ein schwer verdampfbares wasserarmes Öl, einer Art Thermoöl, wie es für die Wärmeübertrager mit Thermoöl eingesetzt wird, enthalten.

15 Der Austrag der in den Verdampfern abgesetzten Feststoffe am unteren Ende der Verdampfer wird über Klappen oder Dosierschnecken, die Magnetventile 90, durchgeführt. Diese sind elektronisch verschaltet mit den Thermoelementen 93 über einen Regler in der Elektronik und dem frequenzumgerichtetem Motor der Klappen.

20 Die Schwerölverbindungsleitungen aus dem Zwischenproduktbehälter 59, Reststoffölbehälter und der Schwerölpumpe 89 wird gegeben durch einen Schwimmerschalter 91 im Sicherheitsbehälter. Das Signal für die Zudosierung des Kalkes 87 gibt ein pH-Messfühler 92 in der Vakuumentleitung. Die Signale für die Temperatursteuerungen geben die Temperatur- und Messfühler 93. Dabei werden durch diese nicht nur die Klappen am Austrag angesteuert,
25 sondern auch die Elemente der Wärmeerzeugung des Systems und die Menge der zugegebenen Katalysatormenge.

Der Temperaturfühler in dem Umlaufverdampfer oberhalb der Röhrenbündel ist elektrisch verschaltet mit der Zudosiereinrichtung der Katalysatormenge. Mit steigender Temperatur wird
30 die Dosiereinrichtung auf größere Zugabe geregelt.

Bei Absenken der Temperatur wird der Zusatzbrenner gestartet. Erreicht der die Reaktionstemperatur und erreicht die Vakuumpumpe die notwendige Mindestdrehzahl für die Gasversorgung, schaltet dieser ab. Bei dann abfallender Temperatur, wird das Vakuum erhöht und erst wenn
35 dann die Temperatur weiter fällt, wird der Brenner wieder gezündet.

Steigt die Temperatur weiter, wird die Eintragsmenge erhöht, die das System kühlt. Mit der

Menge des Eintrages wird die Temperatur gesteuert. Für den Fall eines weiteren Ansteigens wird die Gasmenge zum Brenner reduziert durch dosiertes Öffnen des Gasstromes zur Fackel. Eine Energiezufuhr kann dabei auch durch das Absaugen des entstehenden Wasserdampfes im Sicherheitsbehälter entstehen. Die bei nassem Eintrag bei tieferen Temperaturen entstehenden Wasserdampf- und Leichtsiederanteile werden am oberen Ende des Sicherheitsbehälters an einem Wasserabscheider 94 ausgetragen und von den flüssigen Anteilen über den Hochgeschwindigkeitszyklon 88 getrocknet in die Brennkammer eingeführt.

Dabei ist die in diesen Kreislauf geschaltete Vakuumpumpe in der Phase des Nichtbetriebes über ein Magnetventil getrennt, um das Vakuum nicht zu gefährden. Beide Gasströme, aus dem Kondensator und aus dem Wasserabscheider gelangen über eine Gasleitung 95 in die Brennkammer 54 und sorgen für einen thermisch stabilen Betrieb ohne Fremdenergiezufuhr. Die Gasmenge an der Gesamtproduktmenge ist dabei energieanteilmäßig ca. 3 bis 7%. Im Mittel werden 4,5% Gas, bezogen auf den Eingangsstoff oder das Produkt erzeugt.

Die Regelung sorgt dabei dafür, dass die Gasmenge an den Energiebedarf des Systems immer angepasst ist. Nur im Falle einer plötzlichen Überproduktion ist daher eine Sicherheitsleitung 96 zur Fackel geöffnet. Zur besseren Ausnutzung dieser Gasenergie sind die Verdampferrohre im hinteren Teil mit Rippen ausgerüstet, mit Metallschwamm beschichtet oder mit den Flammen-Umlenklechen 97 verbessert angeströmt. Die Sicherheitsleitung 96 ist mit einem Überdruckventil für 0,2 bis 0,5 bar Überdruck ausgerüstet.

Die Sicherheitsleitung ist außerhalb des Gebäudes mit einem Überdrucktopf verbunden, der als Zyklon ausgebildet ist. Am unteren Ende dieses Topfes befindet sich ein Flüssigkeitsabscheider und Kondensatgefäß. Die Gasableitung des Überdrucktopfes ist gegebenenfalls als Fackel auszubilden. Dazu ist eine Zündvorrichtung in Abhängigkeit von dem Strömungswächter zu installieren.

In einem Ausführungsbeispiel soll das erfinderische Verfahren näher erläutert werden.

Ein Umlaufverdampfer 1 hat ein Volumen von 500 Liter und der daneben liegende Destillationsverdampfer 2 hat ebenfalls 500 Liter. In dem Verdampfer sind jeweils 100 Rohre mit einem Durchmesser von 2 Zoll und Rippen mit einer Dicke von 2 cm angeordnet. Die in Richtung des Brenners gesehenen ersten 3 Rohrreihen haben keine Rippen.

Zum Erreichen der Reaktionstemperatur von 390°C dient der Startbrenner in Form des Ölbrenners 3, mit einer Leistung von 200 kW, in dem das produzierte Öl für den Startvorgang

verbrannt wird. Dieses geschieht in der Brennkammer 4 mit einem Volumen von 100 Liter, die im Betriebszustand mit dem Gas aus den Vakuumpumpen 10 mit einer Leistung von maximal 16 m³/h bei 0,2 bar Unterdruck beheizt wird. Im Betriebszustand erfolgt kein Betrieb aus dem Brenner 3, der im Betrieb nur die Verbrennungsluft von 200 m³/h liefert.

5

Der Umlaufverdampfer 1 besitzt auf beiden Seiten eine Wabenkeramikschiicht 5 aus 4 x 4 Waben 100 mm dick und 150 x 150 mm Fläche, die dafür sorgt, dass die Brennkammer stabil brennt und die Erhitzung der Verdampferrohre durch den erhöhten Strahlungsanteil der Wärmeübertragung optimal funktioniert. Der dabei unter Mitwirkung der Spaltwirkung des zugegebenen Kalzium-Alumium-Silikates verdampfte Kohlenwasserstoff sammelt sich in dem Sicherheitsdampfbehälter 6 mit einem Volumen von 5 m³.

10

Dieser ist groß ausgelegt, um möglicherweise durch Schaumbildner entstehende Schäume nicht in das Produkt gelangen zu lassen. Die nicht verdampften Anteile sammeln sich am Boden des Sicherheitsbehälters und werden an der Unterseite unter dem Sicherheitsbehälter in einem Hydrozyklon abgeschieden und gelangen von dort über einen Flüssigkeits- und Schlammabscheidebehälter mit 500 l Volumen über eine Verbindungsrohrleitung mit DN 200 wieder zurück in den Umlaufverdampfer, wodurch sich ein Kreislauf bildet.

15

Die beiden Verdampfer, der Umlaufverdampfer 1 und der Destillationsverdampfer 2, sind mit dem Austrag 7 mit 0,5 m³ Inhalt verbunden, der die abgesetzten Feststoffe aus den beiden Verdampfern 1 und 2 entsorgt. Auf der Produktseite werden die verdampften Stoffe, die in der Destillationskolonne mit 0,4 m Durchmesser und 6 m Höhe kondensieren und über die beiden Produktbehälter 8 und 9 von je 1 m³ Inhalt ausgetragen. Dabei ist der Behälter 8 ein Zwischenprodukttank für die Zwischenspeicherung von Ölen für die Aufrechterhaltung des Flüssigniveaus in dem Umlaufverdampfer und der Behälter 9 der Produkttank für die Speicherung des Endproduktes.

20

25

Im Falle von wasserhaltigen Eingangsstoffen ist der Zwischenprodukttank 8 der eigentliche Produkttank und der Produkttank 9 dient der Gewinnung des Wasseranteiles. Das gasförmige Produkt aus dem Produkttank 9 und dem Sicherheitsbehälter 6 wird über die Vakuumpumpen 10 in die Brennkammer abgesaugt. Dabei schaltet sich die rechte Vakuumpumpe nur für den Fall zu, dass die Temperatur im Sicherheitsbehälter an der Absaugstelle durch Bildung von Wasserdampf absinkt. Dadurch wird die Atmosphäre des Sicherheitsbehälters von Wasserdampfanteilen befreit.

30

35

Der Feststoffaustrag wird durch die Schneckenpresse 11 mit dem Presszylinder 12

durchgeführt. Diese hat einen Durchmesser von 250 mm und eine Schneckenhöhe von 80 auf 50 mm verjüngend. Der konisch sich verjüngende Presszylinder 12 hebt die Feststoffkonzentration durch Auspressen von Öl an. Um die Schneckenpresse ist ein Lochsiebzylinder mit Löchern von 1 mm Durchmesser. Die Austragsmenge ist im Falle von Kunststoffen mit 3% PVC 5 6%, bestehend aus 3% Kalziumchlorid, 1% Katalysator in Form von Kalzium-Aluminium-Silikat und 2% Restöl. Die Produktmenge ist bei einem Eingang von 550 kg/h Kunststoff 500 kg/h Öle im Siedebereich des Heizöles EL.

Die Sicherheitstechnik für die Handhabung einer solchen Anlage mit brennbarem Öl wird 10 gewährleistet über eine Regelungstechnik und im Havariefall über den Druckwasserlöschbehälter 13 mit 10 m³ Gesamtinhalt mit dem Inhalt des Löschwassers 14 und der sich darüber befindlichen Druckluft 15. Im Havariefall wird durch das Löschen mit dem Löschwasser 14 die Löschwassermenge unterhalb der Anlage gesammelt und somit die Grundwasserverschmutzung durch das Löschwasserrückhaltebecken 16 mit einem Gesamtinhalt von 20 m³ verhindert.

15

Zur Ergänzung der Mobilisierung des eingetragenen und sich bildenden Feststoffes dient der Rührwerk 17. Der dann ausgetragene Feststoff wird nach der Auspressschnecke 12 in die Austragschnecke 18 gefördert und dort weiter durch indirekte Beheizung getrocknet. Sie hat ebenfalls einen Durchmesser von 250 mm und eine Länge von 1 Meter. Sie ist doppelwandig 20 mit einem Rauchgaszwischenraum von 40 mm. Der ausgetriebene Öldampf gelangt von dort in den Sicherheitsbehälter.

Ebenfalls im Rauchgasstrom ist die Eintragschnecke 19 mit ebenfalls 25 mm Durchmesser, 1 m Länge und einem Rauchgaszwischenraum von 40 mm, in der die eingetragenen Stoffe aus dem 25 Eintrag 20 durch indirekte Erwärmung durch das Rauchgas getrocknet und durch die anschließende Eintragsrohrleitung direkt bis in die Kreislaufflüssigkeit eingetragen werden. Der Eintrag in die Flüssigkeit verhindert die Kontaminierung des Dampfes mit feinkörnigen Eintragungsgütern, wie prionen-verseuchtem Tiermehl und sorgt so für die 100%ige Umsetzung der eingetragenen Problemstoffe.

30

Die so abgekühlten Rauchgase gelangen über das Rauchgasrohr 21 mit einem Durchmesser von 250 mm nach außen. Im Aufheizzustand entsteht dabei Kondensat, das im Rauchgasrohr 21 kondensiert und durch den Kondensatableiter mit Neutralisation 22 nach außen abgeleitet wird. Die dabei erreichten Abkühlungen des Rauchgases erfolgen in der Umlaufverdampferstufe 35 auf 450°C, in dem Destillationsverdampfer auf 350°C in dem Nachrockner auf 250°C und dem Eingangsstoffrockner auf 150°C. Für die Startphase sind die Trockner mit zusätzlichen Brennern versehen, die die notwendige Mindesttemperatur sicherstellen.

Die Produkterzeugung in dem Destillationsverdampfer 2 wird unterstützt durch die Schaumbremse 23, die dafür sorgt, dass in die Destillationskolonne 24 nur Dampf ohne den Flüssigkeitsanteil eines Schaumes gelangt und somit das Produkt besonders sauber entsteht.

5 Die Schaumbremse hat eine Schwammgussstruktur aus Aluminium und eine Dicke von 4 mm. In der Destillationskolonne 24 mit 20 Böden in 5 Schüssen a 4 Böden und 30 mm Bodenabstand entstehen die Leichtsieder am oberen Ende der Kolonne und werden an der Leitung 25 entnommen. Das Produkt entsteht in den darunter liegenden Böden und wird an den Leitungen 26 entnommen. Die Destillationskolonne ist eine Glockenbodenkolonne.

10

Dabei ist die Produktspezifikation durch die Siedetemperatur des jeweiligen Kolonnenabschnittes und der Böden gegeben und sorgt so für die Steuerung der Produkte. Dieses geschieht durch den Kondensator 27 und dem Magnetventil 29. Zur Senkung der Produktverdampfungstemperatur wird die Rückspülung 30 aktiviert.

15

An dem Kondensator 27 ist am Ende die Vakuumleitung 28 angebracht, die in den Produktbehälter 9 mündet. Die als mittlere Siedetemperatur des Produktabzuges einzustellenden Werte sind für Dieselöl 270°C, da der Einsatzstoff Kunststoffe mit überwiegend PE und PP ist.

20

Der Kondensator hat eine Kühlleistung mit Wasser von maximal 200 kW. Er erhält sein Kühlwasser durch den Kühlwasserzulauf 31 mit einem Durchmesser von 1,5 Zoll. Im Gegenstrom durchläuft das Kühlwasser den Kondensator und gelangt danach in den Kühlwasserablauf 32. Wenn trotz der Kühlung und der Vakuumpumpe der Druck des Systems über einen eingestellten Wert ansteigt, gelangt das überschüssige Gas über ein Überdruckventil

25

33 in die Fackel.

Zur Beherrschung von kritischen Betriebszuständen dienen ebenfalls die Druckwasseröffnungen für eine Wasserausflussmenge von 100 l/min über getaktet 1 und 2 Minuten durch die Löschwasserdruckdüsen 34. Dort wird mit einem Kühlwasserstrom im Havariefall oder

30 kritischen Betriebszustand die Temperatur der heißesten Zone des Systems von 390°C auf die unkritische untere Zündtemperatur von unter 320°C abgekühlt.

35

Die Eingangsstoffe, die in das System am Eintrag 20 über eine Dosierung eingeführt werden, sind die Reststoffe 35, der Katalysator 36 und der Kalk 37. Der Katalysator wird in Form eines feinen Pulvers eingegeben, um in dem Umlaufverdampfer homogen suspendiert vorzuliegen. Es werden 6 kg/h Kalzium-Aluminium-Silikat verwendet. An Kalk wird je Stunde über die pH-Sonde gesteuert 15 kg zugegeben. Damit ist auch bei Eingabe von Natrium-Magnesium-Silikat

das Kalzium-Magnesium-Silikat die wirksame Substanz.

Zur Aufbereitung oder Reinigung vor der Vakuumpumpe der in den Brenner eingegebenen Produktgase werden die noch flüssigen Bestandteile in einem Hochgeschwindigkeitszyklon 38
5 abgegeben. Dieser besteht aus einem Zyklon, dessen Einlaufdüse in Form einer Venturidüse verlängert ist. Die Düse besitzt als Verlängerung am Einlauf einen verengenden Teil, in dem die Geschwindigkeit auf Werte von ca. 100 m/s erhöht wird, einen parallelen Teil mit mindestens einem 5-fachen Durchmesser und einen erweiternden Teil mit 6° Erweiterung und einem 3 bis
10 6-fachen Durchmesser. Die dabei stabilisierte Strömung scheidet die Flüssigkeiten viel besser ab. Der Zyklon hat einen Durchmesser von 300 mm und einen engsten Durchmesser im Venturieinlauf von 15 x 25 mm.

Die am Austrag ausgepressten Ölanteile werden durch die Schwerölpumpe 39 mit einer Pumpleistung von 50 l/h zurück in den Sicherheitsbehälter 6 gepumpt. Sie dienen dabei, wie
15 auch das Öl aus dem Zwischenproduktbehälter 9 der Aufrechterhaltung des Flüssigkeitsniveaus in dem Umlaufverdampfer 1, dessen Flüssigkeitsumlauf und damit zuverlässige Arbeitsweise davon abhängt, dass der Kreislauf des Öles zwischen dem Umlaufverdampfer und dem Sicherheitsbehälter mit ausreichendem Flüssigkeitsspiegel erhalten bleibt.

20 Dabei sind in dem Kreislauf die Schweröle wichtig, da die Reaktion mit den eingegebenen Stoffen und nicht mit der Kreislaufflüssigkeit erfolgen soll. Diese sollen weitgehend erhalten bleiben, um den Flüssigkeitskreislauf zu erhalten. Die Anlage wird deshalb auch erstmalig gestartet mit einem schwer verdampfbaaren wasserarmen Öl, einer Art Thermoöl, wie es für die
25 Wärmeübertrager mit Thermoöl eingesetzt wird. Diese Öle werden laufend ergänzt durch die schwerer spaltbaren Anteile der Einsatzstoffe, wie beispielsweise den Asphaltenen der Rückstandsöle, die jedoch bei erhöhter Katalysatortemperatur auch gespalten werden.

Der Austrag der in den Verdampfern abgesetzten Feststoffe am unteren Ende der Verdampfer wird über Klappen oder Dosierschnecken mit 25 mm Durchmesser, die Magnetventile 40,
30 durchgeführt. Dabei werden die Signale dafür durch die Thermolemente 43 gegeben, die bei Ablagerungen am unteren Ende die Absenkung der Temperatur gegenüber den Verdampferinhalten als Signal für den Austrag bringt.

35 Setzen sich also Feststoffe ab, so sorgen diese für eine Temperaturabsenkung an dem Thermolement gegenüber der zirkulierenden Flüssigkeit. Wenn diese Temperaturabsenkung einen Wert überschritten hat, wird der Austrag so lange aktiviert bis der Wert wieder unterschritten ist. Damit wird der periodisch, kontinuierliche Austrag automatisiert.

Die Zufuhr der Schweröle aus dem Zwischenproduktbehälter 9, zusätzlichen Reststoffölbehäl-
tern für zu verarbeitende Altöle und Reststofföle und der Schwerölpumpe 39 wird gegeben
durch den Schwimmerschalter 41 im Sicherheitsbehälter. Sinkt der notwendige Flüssigkeits-
5 spiegel unter einen Wert, werden die Öle zudosiert bis das Niveau wieder erreicht ist. Das
Signal für die Zudosierung des Kalkes 36 gibt der pH-Messfühler 42 in der Vakuumleitung. Die
Signale für die Temperatursteuerungen geben die Temperatur- und Messfühler 43. Dabei
werden durch diese nicht nur die Klappen am Austrag angesteuert, sondern die Temperatur-
fühler dienen auch als Messfühler für die Elemente der Wärmeerzeugung des Systems und die
10 Menge der zugegebenen Katalysatormenge.

Der Temperaturfühler in dem Umlaufverdampfer oberhalb der Röhrenbündel erhöht die
Katalysatormenge mit steigender Temperatur, da dann die Reaktion gesteigert und die
Temperatur gesenkt wird. Bei Absenken der Temperatur wird der Zusatzbrenner gestartet.
15 Nach Erreichen der Reaktionstemperatur und bei ausreichender Drehzahl der- Vakuumpumpe,
d. h. die notwendige Mindestdrehzahl der Vakuumpumpe für die Gasversorgung wird erreicht,
wird der Startbrenner abgeschaltet. Bei dann abfallender Temperatur wird das Vakuum erhöht
und erst wenn dann die Temperatur weiter fällt, wird der Brenner wieder gezündet. Die
Grenztemperatur für die Selbstversorgung der Reaktion mit dem Gas ist bei diesem Einsatzstoff
20 410°C.

Steigt die Temperatur weiter, wird die Eintragsmenge erhöht, die das System kühlt, wobei sich
im Sicherheitsbehälter dann eine um ca. 100°C niedrigere Temperatur als im Umlaufverdampfer
einstellt. Mit der Menge des Eintrages wird die Temperatur gesteuert. Für den Fall eines
25 weiteren Ansteigens wird die Gasmenge zum Brenner reduziert durch dosiertes Öffnen des
Gasstromes zur Fackel. Eine Energiezufuhr kann dabei auch durch das Absaugen des
entstehenden Wasserdampfes im Sicherheitsbehälter entstehen. Die bei nassem Eintrag bei
tieferen Temperaturen entstehenden Wasserdampf- und Leichtsiederanteile werden am oberen
Ende des Sicherheitsbehälters am Wasserabscheider 44 ausgetragen und von den flüssigen
30 Anteilen über den Hochgeschwindigkeitszyklon 38 getrocknet in die Brennkammer eingeführt.

Dabei ist die in diesen Kreislauf geschaltete Vakuumpumpe in der Phase des Nichtbetriebes
über ein Magnetventil getrennt, um das Vakuum nicht zu gefährden. Beide Gasströme, aus dem
Kondensator und aus dem Wasserabscheider, gelangen über die Gasleitung 45 in die
35 Brennkammer 4 und sorgen für einen thermisch stabilen Betrieb ohne Fremdenergiezufuhr. Die
erzeugte Gasmenge an der Gesamtproduktmenge ist dabei energieanteilmäßig 4,5% Gas,
bezogen auf den Eingangsstoff oder das Produkt.

Die Regelung sorgt dabei dafür, dass die Gasmenge an den Energiebedarf des Systems immer angepasst ist. Nur im Falle einer plötzlichen Überproduktion ist daher die Sicherheitsleitung 46 zur Fackel geöffnet. Zur besseren Ausnutzung dieser Gasenergie sind die Verdampferrohre im hinteren Teil mit Metallschwamm beschichtet und mit den Flammen-Umlenkblechen 47 verbessert angeströmt. Diese Umlenkbleche erhöhen den Rauchgasweg und sorgen somit für einen besseren Wärmeübergang an den Verdampfern.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird die erfinderische Vorrichtung näher beschrieben. Der Umlaufverdampfer 51 besteht aus einem zylindrischen Behälter mit Rohrbündel aus 100 Rohren mit 2 Zoll Durchmesser und 1200 mm Höhe. Die Sammelkammern am unteren und oberen Ende haben eine Höhe von 300 mm. Die in Richtung der Flammen gesehenen Rohre sind unberippt. Die im Strahlungsschatten der Rohre nach hinten liegenden Rohre haben Rippen, oberflächenvergrößernde Strukturen, wie Schaummetallguss oder Umlenkbleche. Der Umlaufverdampfer 51 hat unterhalb und oberhalb der Rohre Sammelkammern, die mit dem danebenliegenden Sicherheitsdampfbehälter 56 mit Rohren verbunden sind und somit einen Kreislauf bilden.

Unterhalb des Sicherheitsdampfbehälters befindet sich der Hydrozyklon mit einer tangentialen Einströmungsröhröffnung von DN 150 und am unteren Ende des Sicherheitsdampfbehälters ist ein Flüssigkeitsbehälter mit einem Durchmesser von 600 mm und einer Höhe von 1 m. Dieser besitzt im oberen Teil eine Verbindungsleitung von DN 250 zum Umlaufverdampfer.

Rechts neben dem Umlaufverdampfer liegt der rauchgasseitig nachgeschaltete Destillationsverdampfer 52, über den die Destillationskolonne angeordnet ist. Links daneben liegt der Startbrenner in Form des Ölbrenners 53 der Marke Herrmann mit 200 kW Leistung, der an eine keramisch ausgekleidete Brennkammer 54 mit 500 mm Durchmesser und 800 mm Länge montiert ist. In diese mündet die Gasleitung mit 2,5 Zoll Durchmesser und einer Vakuumpumpen 60 mit 16 m³/h Gassaugleistung bei 0,2 bar Unterdruck.

Der Brenner 53 hat eine getrennte Schaltung für die Luft von 200 m³/h und die Ölzufuhr von 20 l/h, die zeitweise im Betrieb unterbunden ist, während das Verbrennungsluftgebläse im Betrieb immer angeschaltet ist.

Der Umlaufverdampfer 51 besitzt auf beiden Seiten eine Wabenkeramikschiicht, die aus Wabenkeramikblöcken von 50 bis 100 mm Dicke aufgebaut ist. Die Waben sind 4 x 4 Waben mit einer Querschnittsfläche von 150 x 150 mm. Das Material ist vorzugsweise Magnesium-

Aluminium-Silikat (Cordierit). Oberhalb des Brenners 53 ist ein Sicherheitsdampfbehälter 56 mit einem Durchmesser von 2 m und 3 m Höhe angeordnet. Dieser ist groß ausgelegt und mit schaubremsenden Einbauten versehen. Er besitzt die Verbindungsleitungen zu dem Umlaufverdampfer 51 und bildet mit ihm einen Flüssigkeitskreislauf.

5

Die beiden Verdampfer, der Umlaufverdampfer 51 und der Destillationsverdampfer 52, die beide gleich ausgebildet sind, sind verbunden mit dem Austrag 57, der darunter angeordnet ist. Er ist verbunden mit den beiden Verdampfern 51 und 52. Oberhalb ist die Destillationskolonne angeordnet, die aus einer Glockenbodenkolonne mit 400 mm Durchmesser, dem Bodenabstand von 300 mm und 6 x 5 Schüsse besteht, d. h. je Schuß sind 6 Böden verarbeitet. Diese hat auf den Böden Auslässe, die mit Rohrleitungen und Ablaufbehältern verbunden sind. Diese sind die beiden Produktbehälter 58 und 59 mit Durchmesser von je 1500 mm und 2 m Höhe.

10

Dabei ist der Behälter 58 ein Zwischenprodukttank, vorzugsweise ein zylindrischer druckloser Behälter, der für die Lagerung von Ölen zugelassen ist. Er ist mit dem Sicherheitsdampfbehälter durch eine Leitung und eine Förderpumpe mit einer Leistung von 1000 l/h verbunden, die über den Niveauschalter geschaltet wird. Der Behälter 59 ist der Produkttank für die Speicherung des Endproduktes, d. h. die Produktbehälter sind mit unterschiedlichen Leitungen verbunden. Der Zwischenproduktbehälter 58 ist über eine Pumpe mit 500 l/h mit dem Sicherheitsbehälter verbunden. Der Produktbehälter 58 ist mit dem Verbraucher oder einem Tank verbunden.

15

20

Im Falle von wasserhaltigen Eingangsstoffen ist der Zwischenprodukttank 58 der eigentliche Produkttank und der Produkttank 59 dient der Gewinnung des Wasseranteiles. Das gasförmige Produkt aus dem Produkttank 59 und dem Sicherheitsbehälter 56 wird über die Vakuumpumpen 60 in die Brennkammer abgesaugt.

25

Dabei schaltet sich die rechte Vakuumpumpe nur für den Fall zu, dass die Temperatur im Sicherheitsbehälter an der Absaugstelle durch Bildung von Wasserdampf absinkt. Dadurch wird die Atmosphäre des Sicherheitsbehälters von Wasserdampfanteilen befreit.

30

Der Feststoffaustrag wird durch die Schneckenpresse 61 mit 250 mm Durchmesser mit dem Presszylinder 62 durchgeführt. Der konisch sich verjüngende Presszylinder 62 hebt die Feststoffkonzentration durch Auspressen von Öl an. Die Sicherheitstechnik für die Handhabung einer solchen Anlage mit brennbarem Öl wird gewährleistet über eine Regelungstechnik und im Havariefall über den Druckwasserlöschbehälter 63 mit dem Inhalt von 10 m³ des Löschwassers 64 und der sich darüber befindlichen Druckluft 65. Im Havariefall wird durch das Löschen mit dem Löschwasser 64 die Grundwasserverschmutzung durch das Löschwasserrückhaltebecken

35

66 mit 20 m³ verhindert.

Zur Ergänzung der Mobilisierung des eingetragenen und sich bildenden Feststoffes dient der Rührwerk 67. Dieser ist an dem Umlaufverdampfer so angeordnet, dass der Rührer durch eines
5 der Rohre bis unterhalb der Rohre ragt und so die Flüssigkeit unterhalb der Rohre erreicht. Der dann ausgetragene Feststoff wird nach der Auspressschnecke 62 in die Austragschnecke 68 gefördert und dort weiter durch indirekte Beheizung getrocknet. Der ausgetriebene Öldampf gelangt von dort in den Sicherheitsbehälter.

10 Ebenfalls im am Ende angeordneten Schornstein bzw. Abgasrohr mit 250 mm Durchmesser ist die Eintragschnecke 69 mit 250 mm Durchmesser. Sie besitzt eine doppelte Wand mit einem Hohlraum von 50 mm. In der Zwischenwand ist das Rauchgas getrennt von dem Schneckenin-
halt geführt. Die Schnecke besitzt eine Verbindungsleitung zu dem Eintrag 70. Die Rauchgaslei-
15 tung geht über in das Rauchgasrohr 71. Am unteren Ende des Rauchgasrohres 71 befindet sich der Kondensatableiter mit Neutralisation 72 mit einer Kondensatableitung nach außen.

In dem Destillationsverdampfer 52 ist die Schaumbremse 73 angeordnet. Sie besteht aus 6
übereinander angeordneten Sieben und liegt unterhalb der Destillationskolonne 74. In der
Destillationskolonne 74 wird die Leichtsiederfraktion über die Leitung 75 mit 1 Zoll Durchmesser
20 entnommen. Das Produkt entsteht in den darunter liegenden Böden und wird an den Leitungen
76 entnommen, in dem die an dem Boden angebrachte Rohleitung mit dem Produktbehälter
verbunden ist.

Oberhalb der Böden der Destillationskolonne sind Temperaturfühler angeordnet, die
25 elektronisch mit den Flüssigkeitsablaufmagnetventilen mit 1 Zoll Durchmesser verschaltet sind.
Die Schaltung öffnet die Magnetventile innerhalb einer definierten Temperatur, in der die
Qualität des Produktes gegeben ist. Dabei ist die Produktspezifikation durch die Siedetempera-
tur des jeweiligen Kolonnenabschnittes und der Böden gegeben und sorgt so für die Steuerung
der Produkte.

30 Dieses geschieht durch den Kondensator 77 und dem Magnetventil 79 in einer Leitung von 1,5
Zoll mit einem 1,5 Zoll Magnetventil. Die Rückspülung 80 und das Magnetablassventil wird
elektrisch aktiviert mit der elektrischen Verbindungsleitung zu der Produkttemperaturanzeige.
An dem Kondensator 77 ist am Ende die Vakuumleitung 78 angebracht, die in den Produktbe-
35 hälter 59 mündet.

Der Kondensator mit 20 Kühlwasserrohren mit 1 Zoll Durchmesser und einer Kühlleistung von

200 kW erhält sein Kühlwasser durch den Kühlwasserzulauf 81. Im Gegenstrom durchläuft das Kühlwasser den Kondensator und gelangt danach in den Kühlwasserablauf 82. Wenn trotz der Kühlung und der Vakuumpumpe der Druck des Systems über einen eingestellten Wert ansteigt, gelangt das überschüssige Gas über ein Überdruckventil 83 in die Fackel. Ebenfalls sind die
5 Löschwasserdruckdüsen 84 mit Magnetventilen verbunden, die elektrisch mit Flammen- und Rauchgasdedektoren verschaltet sind und von dort ihren Öffnungsimpuls erhalten.

So wird mit einem Kühlwasserstrom im Havariefall oder kritischen Betriebszustand die Temperatur der heißesten Zone des Systems von 390°C auf die unkritische untere Zündtemperatur von unter 320°C abgekühlt.
10

Der Eingangsstoffeintrag 70 mit einer Leistung von 600 kg/h Kunststoff ist über eine Dosierung verbunden mit dem Eintrag der Reststoffe 85, dem Katalysator 86 mit 6 kg/h und dem Kalk 87 mit 15 kg/h. Der Reststoff ist dabei kohlenwasserstoffhaltig und hat die Form von Kunststoffe.
15 Der Katalysator wird in Form eines feinen Pulvers eingegeben und hat die chemische Struktur von pulverisiertem Kalzium-Magnesium-Silikat.

Diese Umwandlung ist insbesondere bei Einsatz von Kunststoffabfällen immer gegeben, da das in den Kunststoffabfällen enthaltene PVC durch Ionentausch den Katalysator das Natrium durch
20 Salzbildung entnimmt bzw. durch Wasserstoff ersetzt. Durch die Reaktion des Katalysators mit dem Kalk bzw. Kalkhydrat wird der Katalysator dann immer die Form Kalzium-Magnesium-Silikat annehmen und als aktive Substanz wirken. Der Kalk wird über die pH-Messung in dem Gas nach der Vakuumpumpe dosiert, indem bei pH-Wert-Absenkung die Dosierung so lange eingeschaltet wird bis pH 7 wieder erreicht ist. Statt Kalk kann auch Soda oder Ätznatron
25 eingegeben werden.

Die Brennergasleitung ist verbunden mit einem Hochgeschwindigkeitszyklon 88. Dieser besteht aus einem Zyklon mit 300 mm Durchmesser, dessen Einlaufdüse in Form einer Venturidüse verlängert ist. Die Düse besitzt als Verlängerung am Einlauf einen verengenden Teil auf 15 x 25
30 mm Höhe, einen parallelen Teil mit einer Länge von 75 mm und einen erweiternden Teil mit 6° Erweiterung von 60 mm Länge. Die dabei stabilisierte Strömung scheidet die Flüssigkeiten viel besser ab.

In dem Austrag 57 ist die Schwerölpumpe 89 mit 100 l/h Förderkapazität angeordnet, die mit
35 dem Sicherheitsbehälter 56 verbunden ist. Ebenfalls ist eine Verbindungsleitung zwischen dem Zwischenproduktbehälter 59 und dem Umlaufverdampfer 51 angeordnet.

In dem Umlaufverdampfer 51 ist ein schwer verdampfbares wasserarmes Öl, einer Art Thermoöl, wie es für die Wärmeübertrager mit Thermoöl eingesetzt wird, enthalten.

5 Der Austrag der in den Verdampfern abgesetzten Feststoffe am unteren Ende der Verdampfer wird über Klappen oder Dosierschnecken mit 250 mm Durchmesser, die Magnetventile 90, durchgeführt. Diese sind elektronisch verschaltet mit den Thermoelementen 93 über einen Regler in der Elektronik und dem frequenzumgerichtetem Motor der Klappen.

10 Die Schwerölverbindungsleitungen aus dem Zwischenproduktbehälter 58, Reststoffölbehälter und der Schwerölpumpe 89 wird gegeben durch den Schwimmerschalter 91 im Sicherheitsbehälter. Das Signal für die Zudosierung des Kalkes 87 gibt der pH-Messfühler 92 in der Vakuumleitung.

15 Die Signale für die Temperatursteuerungen geben die Temperatur- und Messfühler 93. Dabei werden durch diese nicht nur die Klappen am Austrag angesteuert, sondern auch die Elemente der Wärmeerzeugung des Systems und die Menge der zugegebenen Katalysatormenge.

20 Der Temperaturfühler in dem Umlaufverdampfer oberhalb der Röhrenbündel ist elektrisch verschaltet mit der Zudosiereinrichtung der Katalysatormenge. Mit steigender Temperatur, wird die Dosiereinrichtung auf größere Zugabe geregelt. Bei Absenken der Temperatur wird der Zusatzbrenner gestartet. Erreicht der die Reaktionstemperatur und erreicht die Vakuumpumpe die notwendige Mindestdrehzahl für die Gasversorgung, schaltet dieser ab. Bei dann abfallender Temperatur wird das Vakuum erhöht und erst wenn dann die Temperatur weiter fällt, wird der Brenner wieder gezündet.

25 Steigt die Temperatur weiter, wird die Eintragsmenge erhöht, die das System kühlt. Mit der Menge des Eintrages wird die Temperatur gesteuert. Für den Fall eines weiteren Ansteigens wird die Gasmenge zum Brenner durch dosiertes Öffnen des Gasstromes zur Fackel reduziert. Eine Energiezufuhr kann dabei auch durch das Absaugen des entstehenden Wasserdampfes
30 im Sicherheitsbehälter entstehen. Die bei nassem Eintrag bei tieferen Temperaturen entstehenden Wasserdampf- und Leichtsiederanteile werden am oberen Ende des Sicherheitsbehälters am Wasserabscheider 94 ausgetragen und von den flüssigen Anteilen über den Hochgeschwindigkeitszyklon 88 getrocknet in die Brennkammer eingeführt.

35 Dabei ist die in diesen Kreislauf geschaltete Vakuumpumpe in der Phase des Nichtbetriebes über ein Magnetventil getrennt, um das Vakuum nicht zu gefährden. Beide Gasströme, aus dem Kondensator und aus dem Wasserabscheider gelangen über die Gasleitung 95 in die

Brennkammer 54 und sorgen für einen thermisch stabilen Betrieb ohne Fremdenergiezufuhr. Die Gasmenge an der Gesamtproduktmenge ist dabei energieanteilmäßig ca. 3 bis 7%. Im Mittel werden 4,5% Gas, bezogen auf den Eingangsstoff oder das Produkt erzeugt.

- 5 Die Regelung sorgt dabei dafür, dass die Gasmenge an den Energiebedarf des Systems immer angepasst ist. Nur im Falle einer plötzlichen Überproduktion ist daher die Sicherheitsleitung 96 zur Fackel geöffnet. Zur besseren Ausnutzung dieser Gasenergie sind die Verdampferrohre im hinteren Teil mit Rippen ausgerüstet, mit Metallschwamm beschichtet oder mit den Flammen-Umlenklechen 97 verbessert angeströmt. Die Sicherheitsleitung 96 ist mit einem Überdruck-
- 10 ventil für 0,2 bis 0,5 bar Überdruck ausgerüstet.

Bezugszeichenliste

- 1 Umlaufverdampfer
- 2 Destillationsverdampfer
- 3 Ölbrenner
- 4 Brennkammer
- 5 Katalysatoren
- 6 Sicherheitsdampfbehälter
- 7 Austrag
- 8 Produktbehälter/Zwischenprodukttank
- 9 Produktbehälter/Produkttank
- 10 Vakuumpumpe
- 11 Schneckenpresse
- 12 Presszylinder/Auspressschnecke
- 13 Druckwasserlöschbehälter
- 14 Löschwasser
- 15 Druckluft
- 16 Löschwasserrückhaltebecken
- 17 Rührwerk
- 18 Austragschnecke
- 19 Eintragschnecke
- 20 Eintrag
- 21 Abgasrohr/Rauchgasrohr
- 22 Kondensatableiter m. Neutralisation
- 23 Schaumbremse
- 24 Destillationskolonne
- 25 Leitung
- 26 Leitung
- 27 Kondensator
- 28 Vakuundleitung
- 29 Magnetventil
- 30 Rückspülung
- 31 Kühlwasserzulauf
- 32 Kühlwasserablauf/Kühlwasserrücklauf
- 33 Sicherheitsventil/Überdruckventil
- 34 Löschwasserdruckdüsen
- 35 Reststoffe

- 36 Katalysator
- 37 Kalk
- 38 Hochgeschwindigkeitszyklon
- 39 Schwerölpumpe
- 40 Magnetventil
- 41 Schwimmerschalter
- 42 pH- Messfühler
- 43 Temperatur- u. Messfühler/Thermoelement
- 44 Wasserabscheider
- 45 Gasleitung
- 46 Sicherheitsleitung
- 47 Flammen-Umlenkeblech
- 48 Zycloneinheit
- 49 Absetzbehälter
- 50 Ölpumpe
- 51 Umlaufverdampfer
- 52 Destillationsverdampfer
- 53 Ölbrenner
- 54 Brennkammer
- 55 Katalysatoren
- 56 Sicherheitsdampfbehälter
- 57 Austrag
- 58 Produktbehälter/Zwischenprodukttank
- 59 Produktbehälter/Produkttank
- 60 Vakuumpumpe
- 61 Schneckenpresse
- 62 Presszylinder/Auspressschnecke
- 63 Druckwasserlöschbehälter
- 64 Löschwasser
- 65 Druckluft
- 66 Löschwasserrückhaltebecken
- 67 Rührwerk
- 68 Austragschnecke
- 69 Eintragschnecke
- 70 Eintrag
- 71 Abgasrohr/Rauchgasrohr
- 72 Kondensatableiter m. Neutralisation

- 73 Schaumbremse
- 74 Destillationskolonne
- 75 Leitung
- 76 Leitung
- 77 Kondensator
- 78 Vakuumleitung
- 79 Magnetventil
- 80 Rückspülung
- 81 Kühlwasserzulauf
- 82 Kühlwasserablauf/Kühlwasserrücklauf
- 83 Sicherheitsventil/Überdruckventil
- 84 Löschwasserdruckdüse
- 85 Reststoff
- 86 Katalysator
- 87 Kalk
- 88 Hochgeschwindigkeitszyklon
- 89 Schwerölpumpe
- 90 Magnetventil
- 91 Schwimmerschalter
- 92 pH-Messfühler
- 93 Temperatur- u. Messfühler/Thermoelement
- 94 Wasserabscheider
- 95 Gasleitung
- 96 Sicherheitsleitung
- 97 Flammenumlenkblech
- 98 Zykloneinheit/Hydrozyklon
- 99 Absetzbehälter/Flüssigkeitsbehälter
- 100 Ölpumpe

Patentansprüche

1. Verfahren zur drucklosen Verflüssigung von Reststoffen mit hohem Kohlenwasserstoffanteil,
dadurch gekennzeichnet,
5
dass diese Stoffe in einen zwischen 300 und 450°C heißen Ölkreislauf mit einem oberflächenaktiven Zusatzstoff eingegeben und zu Ölen im Siedebereich von 100 bis 350°C umgewandelt werden.
10
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
15
dass der oberflächenaktive Zusatzstoff ein Erdmineral in der Wirksubstanz von Kalzium-Aluminium-Silikat oder durch Kalkzugabe in das Kreislauföl in diesen Stoff umgewandelt wird.
20
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2,
dadurch gekennzeichnet,
25
dass der Eingang aus den 3 Komponenten kohlenwasserstoffhaltiger Reststoff, Tonmineral in Form von Kalzium-Aluminium-Silikat oder in diese Form umwandelbares Natrium-Aluminium-Silikat und dem Kalk besteht.
30
4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Zufuhr über ein Rohr direkt in die Kreislaufflüssigkeit oder Kreislauföl erfolgt, in dem das Zufuhrrohr auf oder in der Flüssigkeit endet.

5. Verfahren nach Anspruch 1,
5 dadurch gekennzeichnet,
dass das System unter leichten Unterdruck durch eine Vakuumpumpe gehalten wird,
sodass der Druck am Eintrag in der Nähe des Atmosphärendruckes liegt.
- 10 6. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
15 dass die Temperatur des Kreislaufes durch die entstehenden Spaltgase unter Anhebung
durch Zusatzbrenner und Erhöhung des Vakuums und Absenkung durch Stoffzufuhr und
Überschußgasauslaß erfolgt.
- 20 7. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich unterhalb des Sicherheitsbehälters ein Hydrozklon und ein Abscheidebehälter
25 angebracht sind, die den Kreislauf zum Umlaufverdampfer schließen und die Feststoffe
kontinuierlich abscheiden.
- 30 8. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verhinderung von Schadstoffbildung der Produkte Chlor und Fluor durch die
Ionentauschwirkung des Zusatzstoffes und weiterer Regenerationsstoffe, wie Kalk oder
35 Soda erfolgt.

9. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
5 daß die Spalt- und Stabilisierungsreaktion in einem Ölkreislauf erfolgt, in dem der Katalysator suspendiert ist und der Kreislauf mit der Beheizung aus dem Spaltgas und Abkühlung durch die eingegebenen Stoffe erfolgt.
- 10 Anspruch 10
10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens der drucklosen Verflüssigung von kohlenwasserstoffhaltigen Reststoffen,
15 dadurch gekennzeichnet,
daß ein Behältersystem bestehend aus einem Kreislauf für die Durchführung der Spaltung, Entgiftung und Stabilisierung der Öle in einem Röhrenbündelverdampfer und einem Ausgleichs- und Sicherheitsbehälter zur Rückleitung der flüssigen Bestandteile mit einer
20 Brennkammer für die Verbrennung von Spaltgas gekoppelt wird.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10,
25 dadurch gekennzeichnet,
dass neben dem Spaltteil der Anlage auf der Brenner abgelegenen Seite eine rauchgasbeheizte Destillationsanlage ist, die produktseitig mit dem Dampfraum der Spaltanlage verbunden ist.
30
12. Vorrichtung nach Anspruch 10 und 11,
dadurch gekennzeichnet,
35 dass der Destillationsanlage ein Rauchgasrohr mit Erhitzungseinrichtungen für die Reststoffe und die Eingangsstoffe nachgeschaltet ist.

13. Vorrichtung nach den Ansprüchen 10 bis 12,

5 dadurch gekennzeichnet,

10 dass dem Feststoffaustrag nach Trocknung und Erwärmung eine Elektrolyse nachgeschaltet ist, die die unlöslichen Kalziumphosphatrückstände aus der Verarbeitung tierischer Rückstände in lösliche Monokalziumphosphate oder Phosphorsäure umgewandelt werden.

14. Vorrichtung nach Anspruch 10,

15 dadurch gekennzeichnet,

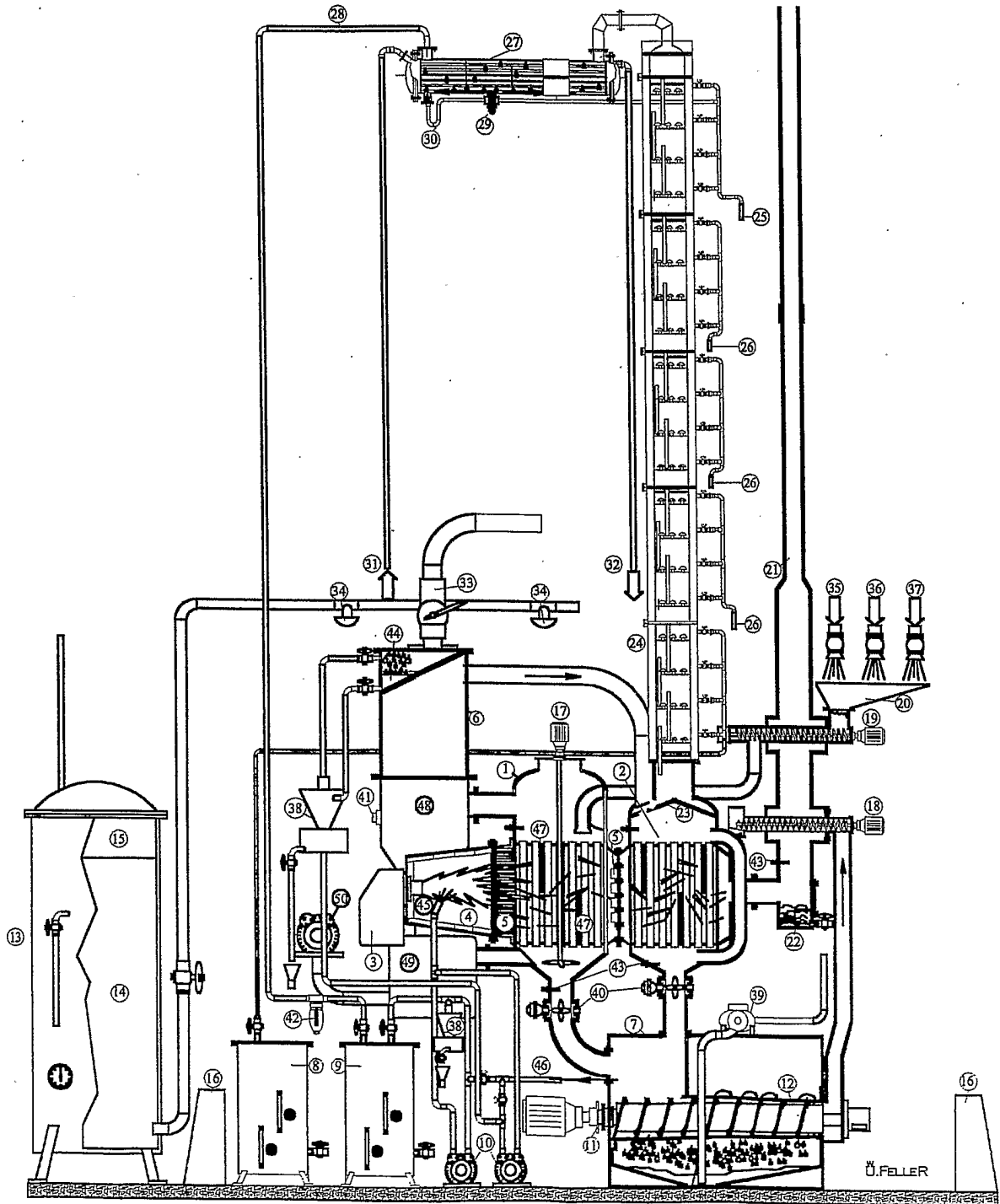
20 dass der Feststoffaustrag aus dem unteren Teil des Verdampfers über ein Förderorgan, wie beispielsweise eine Förderschnecke in ein Steigrohr erfolgt, welches oberhalb des Flüssigkeitsniveaus der Anlage in eine der Komponenten führt, welche unterhalb der Eintrittsöffnung ein Abscheidesieb besitzt.

15. Vorrichtung nach den Ansprüchen 10— 14,

25 dadurch gekennzeichnet,

30 dass unterhalb des Sicherheitsbehälters ein Hydrozyklon und ein Flüssigkeitsbehälter angeordnet sind, die über Rohrleitung mit dem Umlaufverdampfer 51 verbunden sind.

Figur 1



Figur 2

