



Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) B 09 B 3/00

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) DD B 09 B / 331 467 8
(31) 2984/88-7

(22) 03.08.89
(32) 05.08.88

(44) 31.10.90
(33) CH

(71) siehe (73)

(72) Weber-Anneler, Hans, Dr., CH

(73) Dr. Hans Weber-Anneler, 5200 Brugg, CH

(74) Internationales Patentbüro Berlin, Wallstraße 23/24, Berlin, 1020, DD

(54) Verfahren zur Gewinnung von Komponenten, Elementen oder Verbindungen aus Materialmischungen

(55) Rohstoffgewinnung; Abfallverwertung, thermochemisch

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Gewinnung von Komponenten, Elementen oder Verbindungen aus Materialmischungen. Es handelt sich um ein thermochemisches Verfahren, welches neben den eingesetzten Materialmischungen keine zusätzlichen Reagenzien benötigt, sondern nur solche, die beim Prozeß selber in genügender Menge entstehen und gleichzeitig die Funktionen des Wärmeträgers und Trennmittels übernehmen können. Ein solches Reagens ist Wasserdampf. Das erfindungsgemäße Verfahren wird so durchgeführt, daß nur solche Produkte anfallen, welche entweder die gewünschten Endprodukte sind, oder wiederum in einen der Kreisläufe zurückgeführt werden können. Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich insbesondere für die Verarbeitung von organischen Materialien, Kohle- oder ölhaltigen Erden, Sanden oder Schiefen in geeigneten Mischungen von energiereichem und energiearmem Material. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird kein Abfall produziert, sondern Abfälle werden damit zu nutzbringenden Produkten verarbeitet.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Gewinnung von Komponenten, Elementen oder Verbindungen aus Materialmischungen, **dadurch gekennzeichnet**, daß man in einem ersten Schritt die genannte Materialmischung auf eine Temperatur zwischen 350°C und 1050°C erwärmt und mit einem Gemisch, enthaltend Wasserdampf, wenigstens ein brennbares Gas, Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid, so lange zur Reaktion bringt, bis der organische Anteil in der verwendeten Materialmischung auf einen Wert von unterhalb 100 ppm, entsprechend 100 Gramm organischer Anteil pro Tonne Materialmischung, abgebaut ist, wobei ein festes anorganisches Produktgemisch sowie ein Gasgemisch entstehen, in einem zweiten Schritt das genannte entstandene Gasgemisch bei einer Temperatur zwischen 950 und 1050°C während wenigstens einer Sekunde in niedermolekularen Verbindungen und/oder Elemente aufspaltet, in einem dritten Schritt die erhaltenen niedermolekularen Verbindungen und/oder Elemente bei einer Temperatur von 200 bis 800°C in Wasser einleitet, um einerseits das entstandene Gemisch von Kohlenstoffmonoxid und Wasserstoff, kurz Synthesegas bezeichnet, abzutrennen und um andererseits die restlichen niedermolekularen Verbindungen und/oder Elemente im Wasser, kurz als Waschwasser bezeichnet, zurückzubehalten, in einem vierten Schritt das mit Wasserdampf vermischte Synthesegas nach üblichen Verfahren katalytisch in flüssige Kohlenwasserstoffe und/oder Alkohole umwandelt und die dabei als Nebenprodukte erhaltenen gasförmigen Kohlenwasserstoffe und Kohlenstoffdioxid dem im ersten Schritt benötigten brennbaren Gas zufügt, und das im ersten Schritt entstandene feste anorganische Produktgemisch, das im dritten Schritt erhaltene Waschwasser und die im vierten Schritt entstandenen Kohlenwasserstoffe und/oder Alkohole gewinnt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die genannte Materialmischung wenigstens ein, insbesondere zwei Ausgangsmaterialien enthält, ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus:
 - Erde:** insbesondere mit Lösungsmitteln, Öl, Teer oder Schwermetallen verunreinigte Erde, oder organisch und anorganisch verunreinigte Erdbestandteile, wie beispielsweise Bauschutt, oder mit Schwermetallen und/oder Edelmetallen verunreinigter Sand,
 - Kohle:** insbesondere stark schwefel- und ligninhaltige Kohle oder mit Lösungsmitteldämpfen beladene Aktivkohle,
 - Schlacke:** insbesondere Schlacke von Industriefeuerungen, Hochöfen, thermischen Kraftwerken oder Abfallverbrennungsanlagen,
 - Staub:** insbesondere Filterstaub von Elektrofiltern oder Trockenrückstände der nassen, halbnassen oder trockenen Rauchgasreinigung bei Abfallverbrennungsanlagen oder Industriefeuerungen,
 - Schlämme:** insbesondere bei der Abwasserreinigung im Überschuß anfallende oder mit Schwermetallen verunreinigte Klärschlämme, Galvanikschlämme, Schlämme aus der Munitions- und Sprengstofffabrikation und Rückstände der Lösungsmitteldestillation und der Farbstoff- und Lackproduktion,
 - Lebensmittel:** insbesondere Rückstände, Überschüsse oder Nebenprodukte der Lebensmittelproduktion oder des Lebensmittelkonsums, insbesondere Kaffeesatz, Abfälle aus Schlachthöfen,
 - Chemikalien:** insbesondere Nebenprodukte bei chemischen oder biochemischen Analysen oder Verfahren, insbesondere Filterrückstände, verdorbene nichtflüssige Chemikalien oder schwach radioaktive Abfälle aus Laboratorien,
 - Organe:** insbesondere Kadaver, Gewebe und Blutmaterialien aus der Chirurgie sowie andere feste Rückstände aus Spitälern, insbesondere verdorbene Medikamente,
 - Gummi und Kunststoffe:** insbesondere Rückstände der Produktion und des Konsums, z. B. Pneumatisches, mit metallischen oder anderen anorganischen Materialien verbundene oder vermischte Elastomere, Thermoplaste und Duroplaste.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Materialmischung ausgewählt ist aus einer Filterstaub-Klärschlammischung, einer Filterstaub-Kohlemischung und einer Sand-Klärschlamm-Kohlemischung.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die genannte Materialmischung wenigstens ein, insbesondere zwei Ausgangsmaterialien enthält, ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus:
Öle und Paraffine: wie Schweröl oder Paraffine, insbesondere aus der Erdölraffination oder der Altölaufbereitung,
Alkohole und Ketone: wie Methanol, Äthanol oder Industriealkohole, oder Ketone, insbesondere Azeton,
Halogenierte Kohlenwasserstoffe: wie Trichloräthan, Trichloräthylen, Chloroform und chlorierte aromatische Verbindungen, insbesondere Chlorbenzole oder Polychlor-biphenyle, -furane oder -dioxine, oder ein Freon, insbesondere Freon 113,
Anorganische Flüssigkeiten: wie Mineralsäuren und Basen mit oder ohne Schwermetalle, insbesondere Salzsäure, gelöstes Eisenchlorid, chromhaltige Schwefelsäure sowie gelöste Cyanide, Nitrite, Nitrate und Phosphate.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die genannte Materialmischung ausgewählt ist aus einer Altöl-chlorierten Kohlenwasserstoffmischung und einer Sand-Klärschlamm-halogenierte Kohlenwasserstoffmischung.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß das im ersten Schritt erwähnte Gasgemisch 10–40 Vol.-% Wasserdampf, 10–40 Vol.-% brennbares Gas, insbesondere Methan, 5–20 Vol.-% Sauerstoff und 30–70 Vol.-% Kohlenstoffdioxid enthält.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Reaktionszeit im ersten Schritt für flüssige Materialmischungen zwischen 0,5 und 3 Sekunden und für feste Materialmischungen zwischen 20 Minuten und zwei Stunden liegt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem im ersten Schritt genannten Gasgemisch schädliche Gase, wie zum Beispiel Rauchgase aus Feuerungen, Abgase von Verbrennungsmotoren oder Abluft aus Lüftungsschächten, beigemischt werden.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die im ersten Schritt erwähnte Reaktion bei flüssigen Materialmischungen in einem Gasbrenner durchgeführt wird, welcher mit dem im dritten Schritt erhaltenen Synthesegas-Wasserdampfgemisch betrieben wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß der zweite Schritt in einer Nachbrennkammer durchgeführt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die im ersten Schritt erwähnte Reaktion bei festen und schlammigen Materialmischungen in einer Feststofffeuerung durchgeführt wird, welche mit dem im dritten Schritt erhaltenen Synthesegas-Wasserdampfgemisch betrieben wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß der im ersten Schritt benötigte Sauerstoff Restsauerstoff ist, der in der Abluft aus Feuerungen, Verbrennungsmotoren oder in der Abluft aus Lüftungsanlagen enthalten ist.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß das im dritten Schritt benötigte Wasser Abwasser, Sickerwasser von Deponien, verseuchtes Wasser oder Meerwasser ist.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Gewinnung von Komponenten, Elementen oder Verbindungen aus Materialmischungen und kann angewendet werden zur Reduktion der Abfallberge durch chemische Umwandlung von Abfällen sowie zur Verminderung oder Vermeidung von Abfällen bei Produktions- und Konsumprozessen.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Bekannt sind Pyrolyseverfahren zur Verwertung von Kunststoffabfällen. Bei der Pyrolyse entsteht jedoch ein sehr breites Spektrum von Produkten, und die festen Rückstände sind nicht wieder verwendbar. Außerdem entsteht eine große Menge von mit Schwermetallen durchsetztem Ruß, welcher deponiert werden muß.

Der Stand der Technik ist von folgenden Publikationen festgehalten worden:

- | | |
|--------------|--|
| Hans Grütter | Klärschlamm Entsorgung SIA-Zeitung, 14. Jan. 33–41 (1988) |
| A. M. Egger | Die Integrierung der Sondermüllverbrennung in das Entsorgungskonzept eines Chemiewerkes SIA-Zeitung, 14. Jan. 41–45 (1988) |

B. Milani	Abfallwirtschaft zwischen Ideologie und Wissen SIA-Zeitung, 28. Jan. 105-107 (1988)
Dr. A. Stücheli	Abgasreinigung bei Kehrlichtverbrennungsanlagen SIA-Zeitung, 28. Jan. 116-124 (1988)
G. Hilscher	Kunststoffpyrolyse: Rohstoffquelle für die Chemie, Techn. Rundsch. 23/88, 78-81

Ziel der Erfindung

Mit der Erfindung wird ein Verfahren zur Gewinnung von Komponenten, Elementen oder Verbindungen bereitgestellt, wobei unerwünschte Stoffe als Rohstoffe genutzt werden.

Die Verwertung unerwünschter Stoffe nach dem erfindungsgemäßen Verfahren ist wirtschaftlich attraktiv und entlastet sowohl die Ökologie als auch die Ökonomie.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Gewinnung von Komponenten, Elementen oder Verbindungen, das unerwünschte Schadstoffe als Rohstoffe nutzt, zur Verfügung zu stellen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß beim geplanten Prozeß alle Stoff- und Energiekreisläufe beachtet und vollständig geschlossen werden, ähnlich einem Stromkreis, bei welchem die Abfallelektrizität entstehen kann. Zwei Elemente sind hierbei zu berücksichtigen: die Koppelproduktion und die Nutzung von Reaktionspartnern, die im Prozeß als Produkte ohnehin anfallen. Dies wird ermöglicht im sogenannten Hydrokritverfahren.

Hydrokrit heißt „Wassertrennung“ oder genauer: Trennung von chemischen Bindungen mit Hilfe von Wasser. So wie das Wasser beim Waschprozeß den Schmutz vom Gewebe trennt (physikalischer Waschprozeß), so werden beim Hydrokritprozeß die unerwünschten chemischen Bindungen, vor allem diejenigen der unerwünschten Bestandteile der eingesetzten Materialien aufgetrennt (chemischer Waschprozeß). Die Trennung mit Wasser (Spaltung) ist praktisch vollkommen bei Temperaturen um 1000°C, wenn die Kontaktzeit zwischen dem überhitzten Wasserdampf und den zu spaltenden Molekülen genügend lang ist. Bemerkenswert ist, daß alle organischen gasförmigen Moleküle, welche neben Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff noch Chlor, Fluor, Stickstoff oder Schwefel enthalten, stets in die gleichen, kleinen Spaltprodukte übergeführt werden. Es handelt sich hier um ein Gemisch von Kohlenmonoxid, Wasserstoff mit wenig Stickstoff sowie die einfachen Verbindungen von Chlor, Fluor, Schwefel oder Phosphor mit Wasserstoff.

Das Gemisch von Kohlenmonoxid und Wasserstoff, gegebenenfalls mit wenig Stickstoff vermischt, heißt Synthesegas oder Wassergas und dient als Einsatzgas bei der Herstellung reiner Kohlenwasserstoffe oder Alkohole in einer chemischen Synthese. Die unerwünschten Stoffe wie Chlor-, Fluor-, Schwefel- und Phosphorwasserstoff werden vor der Synthese in einem Gaswäscher mit Hilfe von Redoxprozessen abgetrennt.

Währenddem die Spaltung der unerwünschten Moleküle bei einer Temperatur von rund 1000°C Wärme der entsprechenden Temperatur benötigt, wird bei der anschließenden Synthese des Spaltgases zur Herstellung flüssiger Brenn- oder Rohstoffe etwa dieselbe Wärme bei einer Temperatur von etwa 200°C wieder frei. Sie wird zur Vorwärmung des Speisewassers für den Dampferzeuger verwendet, während die sensible Wärme der erzeugten heißen Spaltgase verwendet wird, um das Waschwasser zu destillieren und die unerwünschten Stoffe wie Schwefel und etwa vorhandene flüchtige Schwermetalle oder deren Salze in eine konzentrierte, ungiftige und schwerlösliche Form zu überzuführen. Insgesamt wird dabei rund die Hälfte der in den eingesetzten Materialien enthaltenen Energie für den Prozeß verbraucht. Die andere Hälfte bleibt gespeichert in der Form gewonnener, reiner organischer Rohstoffe oder Energieträger.

Neben diesen flüchtigen organischen Produkten liefert das Hydrokritverfahren feste oder gelöste Stoffe als Produkte oder Zwischenprodukte zur weiteren Verarbeitung.

Zusammengefaßt besteht das Hydrokritverfahren aus den folgenden vier Teilprozessen:

1. Die genannte Materialmischung wird auf eine Temperatur zwischen 350°C und 1050°C erwärmt und mit einem Gemisch, enthaltend Wasserdampf, wenigstens ein brennbares Gas, Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid, so lange zur Reaktion gebracht, bis der organische Anteil in der verwendeten Materialmischung auf einen Wert von unterhalb 100 ppm, entsprechend 100 g organischer Anteil pro Tonne Materialmischung, abgebaut ist, wobei ein festes anorganisches Produktgemisch sowie ein Gasgemisch entstehen.
2. Das genannte entstandene Gasgemisch wird bei einer Temperatur zwischen 950 und 1050°C während wenigstens einer Sekunde in niedermolekulare Verbindungen und/oder Elemente aufgespaltet.
3. Die erhaltenen niedermolekularen Verbindungen und/oder Elemente werden bei einer Temperatur von 200 bis 800°C in Wasser eingeleitet, um einerseits das entstandene Gemisch von Kohlenstoffmonoxid und Wasserstoff, kurz Synthesegas bezeichnet, abzutrennen und um andererseits die restlichen niedermolekularen Verbindungen und/oder Elemente im Wasser, kurz als Waschwasser bezeichnet, zurückzubehalten, Rückgewinnung des Waschwassers durch Eindampfung und Sedimentation der Sole.
4. Das mit Wasserdampf vermischte Synthesegas wird nach üblichen Verfahren katalytisch in flüssige Kohlenwasserstoffe und/oder Alkohole umgewandelt und die dabei als Nebenprodukte erhaltenen gasförmigen Kohlenwasserstoffe und Kohlenstoffdioxid dem im ersten Schritt benötigten brennbaren Gas zugefügt.

Im Hydrokritprozeß werden die im ersten Schritt entstandenen anorganischen Produktgemische, das im dritten Schritt erhaltene aufkonzentrierte Waschwasser und die im vierten Schritt erhaltenen Kohlenwasserstoffe und/oder Alkohole gewonnen. Es bleiben keinerlei unerwünschte, mit den heutigen Nachweismethoden feststellbare Rückstände.

Die eingesetzten Materialien können homogen oder heterogen sowie organischer oder anorganischer Natur sein und in irgendeinem der drei Aggregatzustände vorliegen (fest, flüssig oder gasförmig). Solche Materialien können zum Beispiel bestehen aus:

Erde: insbesondere mit Lösungsmitteln, Öl, Teer oder Schwermetallen verunreinigte Erde, oder organisch- und anorganisch verunreinigte Erdbestandteile, wie beispielsweise Bauschutt, oder mit Schwermetallen und/oder Edelmetallen verunreinigter Sand,

Kohle:	insbesondere stark schwefel- und ligninhaltige Kohle oder mit Lösungsmitteldämpfen beladene Aktivkohle
Schlacke:	insbesondere Schlacke von Industrief Feuerungen, Hochöfen, thermischen Kraftwerken oder Abfallverbrennungsanlagen,
Staub:	insbesondere Filterstaub von Elektrofiltern oder Trockenrückstände der nassen, halbnassen oder trockenen Rauchgasreinigung bei Abfallverbrennungsanlagen oder Industrief Feuerungen,
Schlämme:	insbesondere bei der Abwasserreinigung im Überschuß anfallende oder mit Schwermetallen verunreinigte Klärschlämme, Galvanikschlämme, Schlämme aus der Muriations- und Sprengstofffabrikation und Rückstände der Lösungsmitteldestillation und der Farbstoff- und Lackproduktion,
Lebensmittel:	insbesondere Rückstände, Überschüsse oder Nebenprodukte der Lebensmittelproduktion oder des Lebensmittelkonsums, insbesondere Kaffeesatz, Abfälle aus Schlachthöfen,
Chemikalien:	insbesondere Nebenprodukte bei chemischen oder biochemischen Analysen oder Verfahren, insbesondere Filterrückstände, verdorbene nichtflüssige Chemikalien oder schwach radioaktive Abfälle aus Laboratorien,
Organe:	insbesondere Kadaver, Gewebe- und Blutmaterial aus der Chirurgie sowie andere feste Rückstände aus Spitälern, insbesondere verdorbene Medikamente, Gummi und insbesondere Rückstände der Produktion und des Konsums, z. B. Pneu, mit metallischen oder anderen
Kunststoffe:	anorganischen Materialien verbundene oder vermischte Elastomere, Thermoplaste und Duroplaste.

Normalerweise werden Gemische solcher Materialien eingesetzt. Die Materialmischung ist so zusammengestellt, daß unter den in jedem einzelnen Fall gewählten Bedingungen eine chemische Umsetzung in das gewünschte feste Produkt im Konverter führt und gleichzeitig die Trennung in Synthesegas, schwerlösliche Rückstände und Sole im Gaswäscher erfolgt.

Ausgewählte Materialmischungen können bestehen aus:

einer Filterstaub-Klärschlammischung, einer Filterstaub-Kohlemischung und einer Sand-Klärschlamm-Kohlemischung oder einer Altöl-chlorierten Kohlenwasserstoffmischung und einer Sand-Klärschlamm-halogenierte Kohlenwasserstoffmischung oder

die genannte Materialmischung enthält wenigstens ein, insbesondere zwei Ausgangsmaterialien, ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus:

Öle und Paraffine: wie Schweröl oder Paraffine, insbesondere aus der Erdölraffination oder der Altölaufbereitung,

Alkohole und Ketone: wie Methanol, Äthanol oder Industriealkohole, oder Ketone, insbesondere Azeton,

Halogenierte Kohlenwasserstoffe: wie Trichloräthan, Trichloräthylen, Chloroform und chlorierte aromatische Verbindungen,

insbesondere Chlorbenzole oder Polychlorbiphenyle, -furane oder -dioxine, oder ein Freon, insbesondere Freon 113,

Anorganische Flüssigkeiten: wie Mineralsäuren und Basen mit oder ohne Schwermetalle, insbesondere Salzsäure, gelöstes

Eisenchlorid, chromhaltige Schwefelsäure, sowie gelöste Cyanide, Nitrite, Nitrate und Phosphate.

Neben Wasserdampf wird dem Konverter wenigstens ein brennbares Gas, Sauerstoff sowie Kohlenstoffdioxid solange zugeführt, bis die gewünschte Umsetzung im eingesetzten Material erreicht ist. Die zuzuführenden Gase werden weitmöglichst ersetzt durch Gase, die in den anderen Stufen des laufenden Prozesses oder eines gleichzeitig ablaufenden zusätzlichen Prozesses anfallen.

Das im ersten Schritt erwähnte Gasgemisch enthält 10 bis 40 Vol.-% Wasserdampf, 10 bis 40 Vol.-% brennbares Gas, insbesondere Methan, 5 bis 20 Vol.-% Sauerstoff und 30 bis 70 Vol.-% Kohlenstoffdioxid.

Für flüssige Materialmischungen liegt die Reaktionszeit im ersten Schritt zwischen 0,5 und 3 Sekunden und für feste Materialmischungen zwischen 20 Minuten und zwei Stunden.

Dem im ersten Schritt genannten Gasgemisch können schädliche Gase, wie zum Beispiel Rauchgase aus Feuerungen, Abgase von Verbrennungsmotoren oder Abluft aus Lüftungsschächten, beigemischt werden.

Die im ersten Schritt erwähnte Reaktion wird bei flüssigen Materialmischungen in einem Gasbrenner durchgeführt, welcher mit dem im dritten Schritt erhaltenen Synthesegas-Wasserdampfgemisch betrieben wird.

Der zweite Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens wird in einer Nachbrennkammer durchgeführt.

Die im ersten Schritt erwähnte Reaktion wird bei festen und schlammigen Materialmischungen in einer Feststofffeuerung durchgeführt, welche mit dem im dritten Schritt erhaltenen Synthesegas-Wasserdampfgemisch betrieben wird.

Der im ersten Schritt benötigte Sauerstoff ist Restsauerstoff, der in der Abluft aus Feuerungen, Verbrennungsmotoren oder in der Abluft aus Lüftungsanlagen enthalten ist.

Das im dritten Schritt benötigte Wasser ist Abwasser, Sickerwasser von Deponien, verseuchtes Wasser oder Meerwasser.

Das erfindungsgemäße Verfahren soll mit Hilfe des Blockschaltbildes (Fig. 1) genauer erläutert werden.

Die gewünschte Materialmischung wird mit Hilfe von Förderschnecken 1 den drei Materialsilos 2 oder dem Schlamm-silo 3 entnommen und dem Konverter 4 zugeführt. Diesem wird über die Zuleitung 5 ein Gemisch aus Kohlenstoffdioxid mit rund 10 Vol.-% Sauerstoff und über das Regelventil 6 das benötigte brennbare Gasgemisch zugeführt. Mit dem Dampferzeuger 7 wird dem Konverter 4 zusätzlich Dampf zugeführt. Das im Konverter 4 entstehende Gasgemisch wird im Zyklon 8 von Partikeln befreit, welche in den Materialstrom zurückgeführt werden. Das von Partikeln befreite Gasgemisch wird über die Leitung 9 und den Einströmring 10 dem Gaswäscher 11 zugeführt. Das ausgewaschene Gasgemisch durchläuft den Kühler 12, welcher den Wasserdampf zur Kondensation bringt und im Speisewassertank 13 abscheidet. Die Pumpe 14 drückt ein wenig Speisewasser durch die Brause 15 im Gaswäscher zur Kühlung und Verbesserung des Auswascheffektes. Der Hauptteil des Speisewassers wird zur Kühlung des Wellenreaktors 16 verwendet und dadurch vorgewärmt dem Dampferzeuger 7 zugeführt. Der Gaskompressor 17 komprimiert das gewaschene Synthesegas auf einen Druck zwischen 5 und 20 bar und führt es dem Wellenreaktor 16 zu. Hier findet die exotherme Synthesereaktion statt, welche Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid, gasförmige Kohlenwasserstoffe, unter anderen Propan oder Butan enthaltend, erzeugt. Das zunächst gasförmige Gemisch wird dem Destillationsbehälter 18 zugeführt, und dabei wird mittels Kühlung das Wasser und das Propan oder Butan kondensiert. Das Wasser wird den Elektrolysenzellen 19 und schließlich dem Speisewassertank 13 zugeführt, das Propan oder Butan im Tank 20 gespeichert. Die gasförmigen Produkte werden über die Leitung 21 zusammen mit dem Elektrolysewasserstoff dem Dampferzeuger 7 und dem Konverter 4 zugeführt. Der Dampferzeuger 7 wird durch Regulierung von Gas und Sauerstoffzufuhr

über die Ventile 22 und 23 so gesteuert, daß der Dampfdruck sich im gewünschten Intervall zwischen 8 und 10 bar befindet und in seinem Ausgang für Abgabe genügend überschüssiger Sauerstoff für die Einhaltung der Temperatur im Konverter 4 liefert. Das Entwässerungswasser des Destillationsbehälters 18 wird über die Elektrolysezellen 19 in den Speisewassertank 13 geleitet. Die Kühlung des Kühlers 12, des Destillationsbehälters 18 und des Converters 4 geschieht über einen separaten Kühlwasserkreislauf mit Kühlwassereintritt (KE) und -austritt (KA), welcher die Wärme mit einem externen Wasser-Wasser oder Wasser-Luft Wärmetauscher an einen Verbraucher weitergibt. Das im Konverter 4 erzeugte feste Produkt wird je nach Qualität über die Förderschnecken 25 in einem der drei verschiedenen Produktsilos 26 gelagert bis zur Verteilung. Die erzeugte Sole wird im Tank 27 gelagert bis zur weiteren Verarbeitung. Die im Wäscher anfallenden schwerlöslichen Schlämme werden im Schlamm tank 28 von der Sole abgetrennt und mit oder ohne Zwischenverarbeitung in den Schlammsilo 3 zurückgeführt.

Ausführungsbeispiele

Die nachfolgenden Ausführungsbeispiele illustrieren das erfindungsgemäße Verfahren.

Beispiel 1:

Beim Filterstaubverfahren wird ein Gemisch von 65 Gew.-% Klärschlamm mit 40 Gew.-% Trockengehalt und 35 Gew.-% Filterstaub von Naßreinigungsanlagen der Kehrichtverbrennung dem Konverter zugeführt und bei einer Temperatur von 850 bis 1000°C mit einer Verweilzeit einer halben Stunde einem Strom von 30 Vol.-% Dampf, 10 Vol.-% Methan, 10 Vol.-% Wasserstoff, 45 Vol.-% Kohlenstoffdioxid und 5 Vol.-% Sauerstoff ausgesetzt. Die Elektrolysezellen liefern 160 Normkubikmeter Wasserstoff und 80 Normkubikmeter Sauerstoff pro Tonne eingesetztes Materialgemisch bei einem Elektrizitätsverbrauch von 720 Kilowattstunden. Der Dampferzeuger liefert 480 Normkubikmeter Satttdampf von 10 bar bei einem Gasverbrauch, welcher rund 30 Normkubikmeter Synthesegas oder Wasserstoff entspricht. Es werden insgesamt 460 Normkubikmeter Synthesegas und daraus 80 Kilogramm Butan gewonnen. Insgesamt sind beim Filterstaubverfahren 650 Kilogramm Klärschlamm vergast und 350 Kilogramm Filterstaub entsorgt worden mit einem Elektrizitätseinsatz von 720 Kilowattstunden bei einem Butanertrag von 80 kg (960 Kilowattstunden gespeicherte Energie).

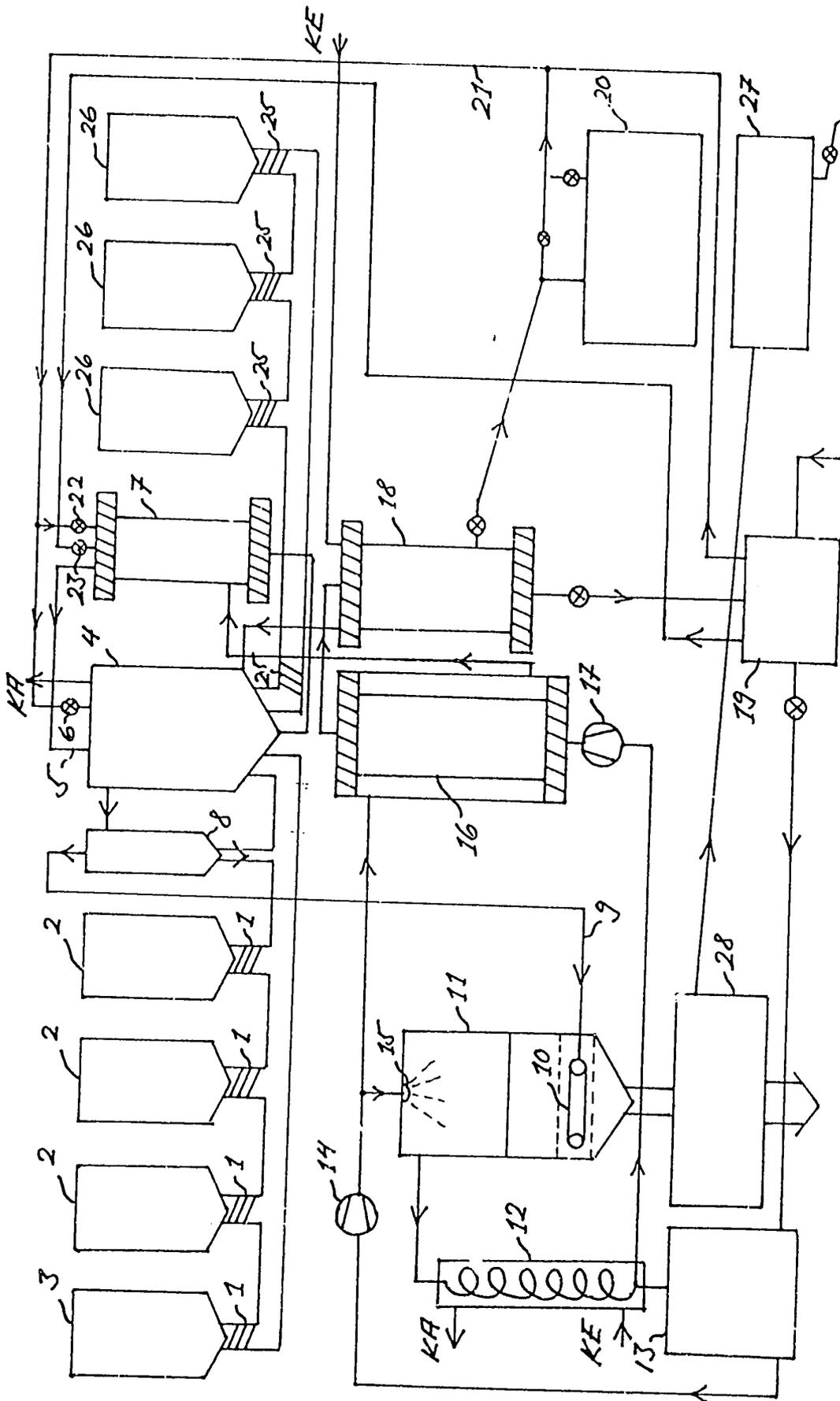
Beispiel 2:

Für die Vergasung von Ölen, insbesondere halogenierte Kohlenwasserstoffe (Fig. 2) wird der Konverter 24 als Gasbrenner ausgebildet und mit Synthesegas aus dem Wäscher 29, welches vor dem Kühler 30 abgezweigt wird, betrieben. Über einen Kompressor 31 wird dem Konverter 24 Luft zugeführt, welche von der heißen Synthesegasleitung 32, die die Luftzufuhr konzentrisch umgibt, auf rund 400°C vorgewärmt wird. Aus dem Öltank 33, mit Rührwerk 34 wird dem Brenner über das Ventil 35 zugeführt, welches im vorgewärmten Luftstrom verdampft und dessen Dampf von der Gasflamme angesogen wird. Weil das Synthesegas aus dem Wäscher 29 etwa einen gleichen Volumenteil Wasserdampf enthält, welches Gemisch im Wärmetauscher 36 durch das Spaltgas im Ausgang des Converters 24 stark vorgewärmt wird, ergibt sich eine effiziente Vergasung des Öls. Das Synthesegas kann direkt für Heiz- oder motorische Zwecke verwendet oder einem Blockheizkraftwerk zugeführt werden. Bei chlorierten oder fluorierten Ölen muß dem Speisewasser im Speisewassertank 37 Kalk, Soda oder Metallhydroxid zugeführt werden zur Neutralisierung der entstehenden Salzsäure. Je nach Qualität der eingesetzten Öle und der Führung des Prozesses kann die entstehende Salzsäure auch direkt aus dem Soletank 38 gewonnen werden. Bei einem chlorierten Öl mit einem Chlorgehalt von rund 30 Gew.-% werden pro Megawattstunde Heizwert rund 300 Normkubikmeter Synthesegas gewonnen bei etwa 170 Normkubikmeter Luftbedarf. Das mit Stickstoff vermischte Synthesegas hat einen Anteil von rund 70 Vol.-% und einen Heizwert von etwa 2 Kilowattstunden pro Normkubikmeter. Die bei der Verarbeitung von Ölen im Öltank 33 oder im Schlamm tank 39 zurückbleibenden Schlämme können analog wie Klärschlamm verarbeitet werden.

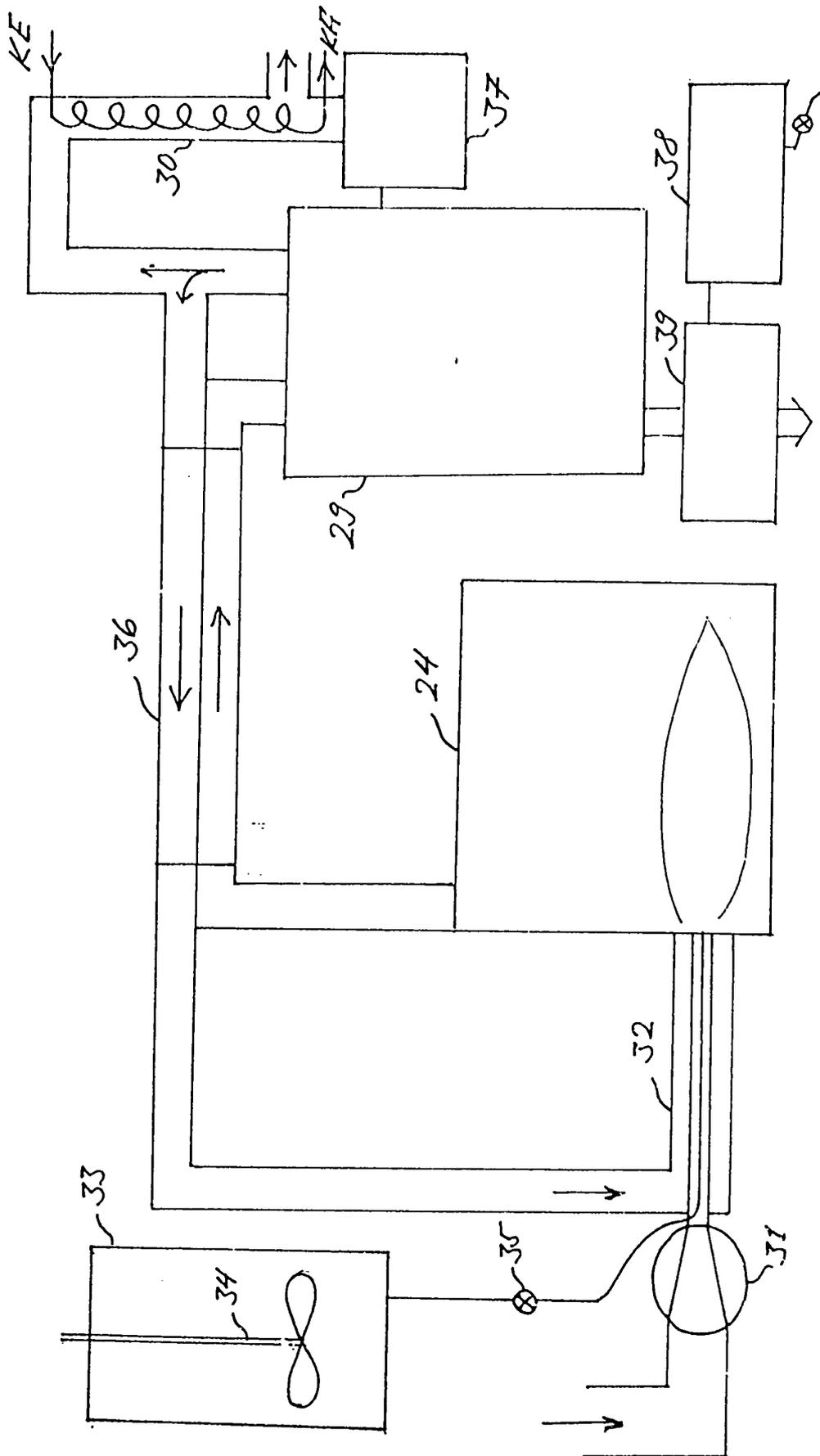
Bei der Produktion von Kaffee- und Gewürzextrakten fallen Rückstände an, welche nicht in vollem Umfange als Futtermittel oder Düngemittel wieder eingesetzt werden können. Diese Materialien können mit dem erfindungsgemäßen Verfahren in Synthesegas, oder Methan oder Butan umgewandelt werden.

Das Hydrikritverfahren unterscheidet sich von herkömmlichen Produktions- oder Regenerationsverfahren dadurch, daß ein radikaler Abbau unerwünschter Verbindungen oder Komponenten durch die thermochemische Reaktion mit Wasserdampf oder äquivalenten Reagenzien stattfindet. Während bei den meisten Produktionsprozessen entweder selektive Syntheseschritte ohne oder mit nur geringfügiger Abbaureaktionen gekoppelt werden, ist beim Hydrokritprozeß der Abbau radikal. Die unerwünschten Bindungen werden in den beiden ersten Verfahrensschritten radikal abgebaut bis auf einzelne Elemente oder Verbindungen von höchstens zwei verschiedenen Elementen. Daher fallen bei Produktionsprozessen ohne genügenden Abbau viele unerwünschte Komponenten als Abfall an, oder bei der Aufbereitung von Abfällen kann nur eine teilweise Regeneration mit vertretbaren Kosten erreicht werden. Für die unerwünschten Stoffe bleibt dann nur die Deponie oder die heute ebenfalls mit hohen Kosten verbundene Hochtemperaturverbrennung als Alternativen. Demgegenüber ermöglicht das Hydrokritverfahren die Sanierung oder Vermeidung der Deponien und Hochtemperaturverbrennung durch die vollständige Ausnutzung der eingesetzten Materialien und Energien.

Das Hydrokritverfahren hat einige Ähnlichkeiten mit den Pyrolyseverfahren, welche zur Zeit für die Verwertung von Kunststoffabfällen entwickelt werden. Anstelle von Luft oder Wasserdampf wird nur sauerstofffreie Verbrennungsluft zugeführt. Wie bei der Hydrolyse entsteht auch hier ein Gasgemisch, welches zu chemischen Rohstoffen weiterverarbeitet werden kann. Bei der Pyrolyse entsteht jedoch ein sehr breites Spektrum von Produkten, und die festen Rückstände sind nicht wieder verwendbar. Außerdem entsteht eine große Menge von mit Schwermetallen durchsetztem Ruß, welcher deponiert werden muß.



Figur 1: Blockschaltbild einer Hydrokrananlage



Figur 2: Blockschaltbild einer Hydrokrikanlage zur Vergasung von Oelen