



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 29 211 T2** 2006.09.14

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 109 633 B1**

(51) Int Cl.⁸: **B09B 3/00** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 29 211.5**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/HR99/00018**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 940 410.6**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2000/012234**

(86) PCT-Anmeldetag: **25.08.1999**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **09.03.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **27.06.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **28.12.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **14.09.2006**

(30) Unionspriorität:

980486 01.09.1998 HR

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(73) Patentinhaber:

Spanovic, Milli, Bol, HR

(72) Erfinder:

Spanovic, Milli, 21420 Bol, HR

(74) Vertreter:

Boeters & Lieck, 80331 München

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND ANLAGE ZUM VORBEHANDELN UND AUFBEREITEN VON KOMMUNALEN UND INDUSTRIELLEN ABFÄLLEN ZUR HERSTELLUNG VON VERWENDBAREN PRODUKTEN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung**1. ANWENDUNGSGEBIET**

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Anlage zur Behandlung und Aufbereitung kommunaler und industrieller Abfälle zu verwertbaren Produkten gemäß dem Oberbegriff der Ansprüche 1 und 4. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf die Behandlung, Aufbereitung und Verwertung vieler Abfallsorten, insbesondere Schmiermittel und Sonderabfälle (Kohlenwasserstoffe), außerdem verschiedene Sorten von organischen/anorganischen kommunalen oder industriellen Abfällen, alles mit dem Ziel der ökologischen Rückgewinnung, Immobilisierung von Verunreinigungen, Neutralisation von Materialien, Rekultivierung von Boden und der weiteren praktischen Nutzung von aus einer solchen Behandlung stammenden Produkten als verwertbares Grund- oder Zusatzmaterial zur weiteren industriellen Anwendung und Nutzung.

2. TECHNISCHES PROBLEM

[0002] Verschiedene Sorten von Abfallstoffen industriellen und kommunalen Ursprungs unterscheiden sich in ihren physikalischen Eigenschaften, ihrem Chemikaliengehalt und ihrer Form, was sich aufeinander und auf die Umwelt auswirkt, sowie in weiteren Merkmalen.

[0003] In vielen Abfallsorten sind Kohlenwasserstoffe enthalten, die in einer großen Zahl von Verbindungen, Verknüpfungen, Fraktionen, Zuständen und Einflüssen vorliegen.

[0004] Bei vielen Sorten von organischen und organischen/anorganischen Abfällen, die hauptsächlich in Quellen von kommunalem Abfall vorliegen und enthalten sind, gibt es stabile Ordnungen von biologischem Abfall, verschiedene Sorten von Asche und Pulver, Papier, Karton und Verpackungsmaterial, verschiedenfarbiges Glas, verschiedene Kunststoffe, magnetische und nichtmagnetische Metalle, Nichtmetalle, Stoffe, Leder, Holz und Holzabfälle, Farben und Lacke, Lösungsmittel und Emulsionen, Medikamente, Pestizide, Erde, Keramik, Stein, gemischter Gebäudeschutt, etc. Bei Abfällen industriellen Ursprungs gibt es viele verschiedene Materialsorten, die nach ihrer Herkunftsart in primäre, sekundäre und tertiäre Formen der Behandlung und Aufbereitung zu unterscheiden sind. Wie bei kommunalen Abfällen gibt es auch hier zahlreiche anorganische und organische/anorganische Abfälle, die in Sondermaterialien sowie industrielle, schädliche, giftige, toxische und sogar radioaktive Stoffe unterteilt sind.

[0005] Viele der heutigen Abfallsorten sind hauptsächlich in Mischungen, den üblichen Sammlungen an Sammelstellen, gemischt etc. vorhanden, woraus sich neue Materialien und Verbindungen mit geänderten physikalischen, chemischen, mechanischen, biologischen und sonstigen Eigenschaften ergeben, so dass eine eigene Abfallsorte entsteht.

[0006] Dieser normale Abfall, der üblicherweise an kommunalen, industriellen, kontrollierten und sonstigen Sammelstellen und Deponien abgeladen wird, ergibt eine spezifische Abfallsorte, die gemäß dieser Erfindung rückgewonnen, immobilisiert, neutralisiert und zu einem industriell verwertbaren, technisch neuartigen Material in Form eines hydrophoben Pulversolidifikats verarbeitet wird.

[0007] Das technische Problem liegt bei dem oben genannten Abfallverfestigungsverfahren, mit dem ein hochwertiges Solidifikat erhalten werden soll und das in Anlagen und Einrichtungen durchgeführt wird, die nur bestimmte Abfallsorten behandeln, die hauptsächlich nach ihrem Gehalt an Kohlenwasserstoffen, ihrem Aggregatzustand, ihrem Gehalt an Halogen, Schwermetallen und sich auf das Verfahren auswirkenden Elementen (Phosphor, Schwefel, Stickstoff, Chlor, CN-Verbindungen) und insbesondere gebundenen Anionen (OH^- , SO_4^{2-} , NO_3^-) und Kationen ($\text{R}_{1,2}^+$, H^+) etc. klassifiziert sind.

[0008] Ein technisches Problem ist auch die Art der Durchführung der technologischen Behandlung von Abfällen mit unterschiedlichen Eigenschaften und unterschiedlichem Verhalten beim Mischen, bei der exothermen Reaktion, der Einkapselung in Vakuumgas und der Verfestigung, weil die genauen Bedingungen der Dissoziation von Verbindungen und Molekülen zu beachten sind, und da ein möglichst gutes Gleichgewicht zwischen Temperatur, Zeit und Umwandlung zu erreichen ist und das Verfestigungsverfahren unter Berücksichtigung der Unterschiede im elektrochemischen Potential spezieller Elemente, Moleküle und Ionen (Reaktionsgeschwindigkeit der Behandlung, Menge, Verhältnisse und Bedingungen) zu realisieren ist.

[0009] Ein weiteres technisches Problem besteht noch bei der Errichtung der verschiedenen Einrichtungen und Anlagen und bei der Durchführung der für spezielle Abfälle angemessenen Behandlung, was dazu führt,

dass ein Reaktorraum so gebaut ist, dass er die Behandlung eines Abfalls erlaubt, die Behandlungsmöglichkeit eines anderen Abfalls aber einschränkt. Bei Reaktoren mit Schneidvorrichtungen, Mischvorrichtungen und Verwirbelungseinheiten (mit festen Einsätzen) kommt es daher zu einer Verstopfung mit trockenem bzw. feinpulverigem Abfall, und bei Schlamm (z.B. Schlammabscheider und Reinigungsvorrichtungen für Industrieabwässer) besteht das Problem des Festklebens an den Reaktorwänden und der Abscheidung schon zu Beginn der Behandlung. Abfälle, die harte Stücke verschiedener Größe (Draht, Holz, Glas, Kunststoff etc.) enthalten, erfordern normalerweise einen Reaktorraum unterschiedlicher Konstruktion und unterschiedliche Übertragungsgeschwindigkeiten sowie die Übertragung von Material in den Raum mit den Reaktionspartnern des Verfahrens.

[0010] Technische Probleme ergeben sich auch bezüglich der Genauigkeit der Festlegung der Verfahrensdauer, der Materialmenge, der Verfahrenstemperatur, der Drücke der exothermen Reaktion, des Grads der Wasserdampfentgasung, der Gasströmungsgeschwindigkeit, der Qualität der Mischung, der Schaffung eines Widerstands beim Übergang von einem Aggregatzustand in einen anderen, des Zeitpunkts und Ortes der Zugabe von Additiven, des Zeitpunkts des Austritts der Solidifikate und der Verkleinerung ihrer Abmessungen.

[0011] Dem Autor der vorliegenden Erfindung bereits bekannte Anlagen und Einrichtungen für eine solche Abfallbehandlung, die gemäß dieser oder früheren Erfindungen desselben Autors produziert wurden, genügen den Anforderungen, dass angemessene Sorten und Qualitäten des Solidifikats erhalten werden müssen.

[0012] Technische Probleme solcher Anlagen und Einrichtungen bestehen auch darin, dass sie von bestimmten Abfallbehandlungen abhängig sind, so dass es je nach Konstruktion des Reaktorraums 12 grundlegende und praktische Varianten gibt: 1) industriell verölte Abfälle (Kohlenwasserstoffe); 2) Raffinerieöle und gebrauchte Motoröle, verölte Elektrofilter und Asche aus Müllverbrennungsanlagen, etc.; 3) Fette, Öle und Schmiermittel, Paraffine, Ton, etc.; 4) Emulsionen, Lösungsmittel, Reste von Farben und Lacken; 5) Schlamm aus Abwasserabscheidern und -reinigungsvorrichtungen, Galvanikschlamm, etc.; 6) entsorgte Medikamente, Pulver, pharmazeutische Präparate; 7) Abfälle der Textil-, Glas- und Lederindustrie; 8) Mineralsäuren, saure Industrieabfälle, organische Säuren; 9) Öle mit einem hohen Gehalt an PCB, PCT, CN und Schwermetallen; 10) Öle mit einem hohen Gehalt an Phosphor, Stickstoff und Halogen (PO_4^{3-} , NO_3^- , Cl^-); 11) gefährliche, toxische, giftige und hochriskante Abfälle; 12) radioaktive Abfälle.

[0013] Das Kennzeichen dieses technischen Problems ist das häufige Auftreten verschiedener Mischungen von Abfällen in den oben genannten Gruppen, was die Auswahl und spezielle Aufbereitung der Abfallmischung entsprechend der speziellen Konstruktion des Reaktorraums der Aufbereitungsanlage erfordert, was wiederum die technischen Anforderungen erhöht, das Verfahren schwieriger macht und verschiedene Arten von Anlagen und Einrichtungen am selben Ort erfordert.

[0014] Ein weiteres technisches Problem ergibt sich im Falle der Änderung der Abfallbehandlung in derselben Anlage, so dass signifikante Änderungen und Modifikationen der Anlage erforderlich sind, was unpraktisch ist und zeitraubende und komplexe Arbeit von Fachleuten erfordert.

[0015] Bei einer signifikanten Anzahl von kommunalen und industriellen Abfällen wurde festgestellt, dass der Kohlenwasserstoffgehalt sehr hoch ist, was zu Solidifikaten mit einem hohen Grad des Ölaustritts, einem hohen Gehalt an Kohlehydraten insgesamt und einem hohen Gehalt an Rückständen nach der Verbrennung bei 105°C führt.

[0016] Technische Probleme ergeben sich auch bei der Behandlung von kommunalem Abfall, bei der Materialtrennung und -auswahl mit dem Ziel der Nutzung von wiederverwerteten Rohstoffen, weil bei biologischem Abfall auch ein hoher Gehalt an gemischten Kohlehydraten auftritt, die auch bei Kompost auftreten, der für die Rekultivierung von Ackerland bestimmt ist, was wiederum zu negativen Auswirkungen auf Natur und Umwelt führt.

[0017] Der Anmelder kennt (P-1279/86, P-2123/87, P-1768/86, P-1679/86, P-950/87, P-2232/87, P-1301/90, P-578/90, alle eingereicht beim nationalen Patentamt des ehemaligen Jugoslawien und entsprechend P 940323 N, P 940324, P 940325, P 940326, P 931506, P 970530 A, P 980049 A, alle eingereicht beim Staatlichen Institut für geistiges Eigentum der Republik Kroatien, und P 9500158 N, eingereicht beim Patentamt für geistiges Eigentum der Republik Slowenien) Solidifikate als Produkte physikalischer und chemischer Prozesse während der Behandlung vieler Arten von Abfallölen und Sonderabfällen (Kohlehydrate) durch entsprechende technologische Verfahren mit Hilfe entsprechender Anlagen und Einrichtungen.

3. STAND DER TECHNIK

[0018] Aus FR-A-2687081, die die Grundlage für den Oberbegriff von Anspruch 1 und 4 bildet, ist eine Vorrichtung zur Behandlung und Aufbereitung von kommunalem Abfall bekannt, wobei eine Vorbereitungsanlage Einfülltrichter, eine Materialzerkleinerungs-, -lockerungs- und -transportstraße umfasst, und wobei die Behandlungsstraße Aufnahmetrichter für Grund- und Zusatzstoffe, Dosiermittel und Förderbänder zum Transport umfasst.

[0019] Die US-A-5430237 beschreibt ein Verfahren zum Verfestigen von ölhaltigen Schieferstücken und gebrauchtem Bohrschlamm vor Ort durch gründliches Mischen von Schieferstücken und Bohrschlamm mit einer Aktivkalkmischung, um eine gleichmäßige Dispersion der Kalkmischung in dem Verbundstoff zu bilden. Die Mischung wird getrocknet, und ihre sauren Bestandteile werden neutralisiert, um ein für die Umwelt sicheres Endprodukt zu erzeugen.

[0020] Soweit der Autor weiß, gibt es derzeit weltweit keine einzigartige technisch-technologische Lösung, nach der alle der oben genannten 12 Arten von industriellen und kommunalen Abfällen in einem Behandlungszyklus mit einer Reaktoreinheit behandelt werden könnten, die die Endbedingungen der gleichzeitigen Einkapselung in Vakuumgas, d.h. der Gasverkapselung mittels Vakuum, unter exothermen Bedingungen des Reaktorraums herstellen könnte, so dass schließlich hochwertige, für die weitere industrielle Verwertung geeignete Solidifikate sowie Wasserdampf entstehen, der frei ist von Schadstoffen.

[0021] Viele flüssige oder halbflüssige Abfälle industriellen Ursprungs werden als homogene Abfälle behandelt und in Pools, Tanks und Schlicker gelagert oder in Bilgen deponiert.

[0022] Solche Abfälle entstehen normalerweise in der fertigenden und verarbeitenden Industrie, wie zum Beispiel Abfallöle, "gudron", Abscheiderschlam, Emulsionen, Asche aus Heizanlagen, Müllverbrennungsanlagen und Stromkraftwerken sowie Metall- und Nichtmetallstäube, Reste von Farben und Lacken, Asbestabfall, Abfälle der Textil- und Lederindustrie, Masutteerrückstände, Harze, Galvanikschlamm, Abfälle der pharmazeutischen Industrie, Öle und Fette aus der Motorindustrie, aus thermoelektrischen Kraftwerken, Erdölraffinerien, aus der petrochemischen Industrie und aus sonstigen Industriezweigen.

[0023] Anlagen und Einrichtungen zur Verfestigung von Abfallölen und Sonderabfällen (Kohlehydrate), die hochwertige Solidifikate zur Verwendung beim Straßenbau und dergleichen, beim Hausbau, bei der Energieerzeugung, zum Bau technischer Sperren gegen toxische, schädliche, giftige und radioaktive Materialien oder zur kommunalen Sammlung erzeugen, wurden gemäß den weiteren Patentansprüchen, Konstruktionen und Unterlagen des Autors sowie gemäß den vorliegenden Ansprüchen in der Industrie bereits angewandt.

4. OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0024] Das Hauptziel dieser Erfindung ist die ökologische Behandlung gefährlicher und besonderer Industrieabfälle, die sich unter dem Einfluss entsprechender technischer und technologischer Verfahren und Einrichtungen von dieser umweltschädlichen und inakzeptablen Form in eine ökologisch akzeptable Form verwandeln, die für die weitere technische Nutzung und für Handhabung, Transport, Lagerung und Verwertung geeignet ist.

[0025] Das nächste Ziel der Erfindung liegt darin, durch diese Aufbereitung ein hochwertiges Produkt bzw. Solidifikat mit physikalischen, chemischen und mechanischen Eigenschaften eines technisch neuen Materials zu erhalten, das als nützliches Grundmaterial bzw. als nützlicher Zusatzstoff industriell verwertet werden kann.

[0026] Ein weiteres Ziel der Erfindung liegt darin, dass das auf diese Weise durch Aufbereitung von Abfallstoffen erhaltene Material aufgrund seiner Merkmale wie ökologischer Nutzen, Widerstandsfähigkeit gegen natürliche Einflüsse, wirtschaftliche Gewinnung und Anwendung, einfache Weiterverwendung, etc. bessere Eigenschaften hat als andere derzeit bekannte und ähnliche Materialien.

[0027] Gemäß der Erfindung werden diese Aufgaben durch die Merkmale von Anspruch 1 bzw. 4 gelöst.

[0028] Spezielle Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0029] Die Erfindung wird mit Hilfe speziell konstruierter Anlagen und deren Zusatzeinrichtungen verwertet, die alle durch eine homogene Bauweise gekennzeichnet sind und verschiedene Abfallsorten aufnehmen können.

nen, unabhängig von deren Aggregatzustand (flüssig, fest, pastenartig) und unabhängig vom Chemikaliengehalt bestimmter Sorten, so dass es durch Ermittlung der zugeführten Mengen bestimmter Materialien und Zusatzstoffe immer möglich ist, optimale Bedingungen zur Realisierung des technologischen Verfahrens zu erreichen, das zu hochwertigen Arten von Solidifikaten und Wasserdampf ohne Schadstoffgehalt führen wird.

[0030] Die gemäß dieser Erfindung konstruierte Anlage erlaubt die Durchführung des technologischen Behandlungsverfahrens, weil sie aus Teilen und Einrichtungen besteht, die die Anlagenbedingungen des Gleichgewichts von Temperatur, Zeit und Umwandlung, unter denen physikalische und chemische Reaktionen stattfinden, herstellen, so dass die Umwandlung einer oder mehrerer Materialsorten bei einer vorgegebenen Temperatur und innerhalb einer vorgegebenen Zeit erfolgt und Moleküle entsprechend ihrem elektrochemischen Potential unter den thermodynamischen Bedingungen der Reaktorräume dissoziieren sowie eine Einkapselung in Vakuumgas unter exothermen Behandlungsbedingungen erfolgt.

5. BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0031] Zum Zwecke der weiteren Erläuterung des Verfahrens und der Anlage zur Behandlung und Aufbereitung kommunaler und industrieller Abfälle sind hier Zeichnungen beigelegt, die den Materialfluss, die Behandlung der Materialien und die Bedingungen der Erzeugung hochwertiger Solidifikate veranschaulichen.

[0032] [Fig. 1](#) Vertikaler Querschnitt der Anlage zur Behandlung kommunaler und industrieller Abfälle zu verwertbaren Produkten.

[0033] [Fig. 2](#) Blockdiagramm der Anlage zur Behandlung kommunaler und industrieller Abfälle zu verwertbaren Produkten.

[0034] [Fig. 3](#) Diagramm einer Hilfseinrichtung zur Abfallvorbereitung (Zerkleinern, Mischen, Lockern).

[0035] [Fig. 4](#) Schematische Prinzipdarstellung der Abfalltrennung nach Sorten.

[0036] [Fig. 5](#) Diagramm der Anlage zur Herstellung einer in Behälter zu füllenden Abfallmischung.

[0037] [Fig. 6](#) Blockdiagramm des physikalisch-chemischen Verfahrens.

[0038] Zugeführte Materialien, die zu behandeln sind, werden in die Behälter A, B, C und D geleitet, Verfahrenszusätze in die Behälter E und F. Abfälle mit Flüssigkeitseigenschaften werden in die Behälter A und B geleitet und Feststoffe in die Behälter C und D.

[0039] Behälter A dient zur Lagerung loser Materialien (Asche, Erde, Sand, Pulver, etc.), und Behälter B ist für flüssige Abfälle bestimmt (gebrauchte Motoröle, "gudron", veröltes Wasser und dergleichen), während Gemische wie Schlamm, Ton, Schlick, verölte Erde, Filtersedimente und dergleichen in Behälter C gelagert werden.

[0040] Die Behälter B und C enthalten einen Schüttelrost **1**, der durch den Motor **2** betätigt wird, und die Verwirbelungseinheit **3**, die das Material nach dem Umwälzen mit Hilfe des Motors **4** zu dem Reaktor lenkt und in diesen einleitet. Die Materialmischung wird von dem ersten Teil der Anlage zu dem zweiten Teil über das Rohrstück **11** mit der Verwirbelungseinheit **12** befördert, die das Material nach dem Umwälzen mit Hilfe des Motors **13** zu dem unteren Reaktorraum lenkt und in diesen einleitet.

[0041] Die erste Reaktorstraße **15**, die durch ihren eigenen Motorvariator **16** betrieben wird (der eine Änderung der Drehzahl und Strömungsgeschwindigkeit erlaubt), erzeugt eine Abfallmischung von homogenem Inhalt, der zuvor anhand der Mengen der einzelnen Sorten ermittelt wurde, wobei der Endgehalt der Mischung dem erwünschten technologischen Verfahren zu unterziehen ist.

[0042] Die zweite Reaktorstraße, die durch ihren eigenen Motorvariator **18** betrieben wird, ermöglicht die Aufnahme von zwei Sorten von Ca^{2+} -haltigen Zusatzstoffen:

Calciumoxid CaO und Calciumhydroxid Ca(OH)_2 , die den gesamten Zusatz zu der Verarbeitung darstellen und die erforderliche exotherme Reaktion und die erforderlichen Bedingungen eines Gleichgewichts zwischen Temperatur, Zeit und Umwandlung erzeugen.

[0043] In einem Teil des Reaktorraums, der mit zwei Motoren ausgestattet ist, die die Fördergeschwindigkeit

des Materials während der Verarbeitung aufteilen (wegen der durch einen Schneckenförderer getrennten Schaufeln), werden Bedingungen für die Einkapselung in Vakuumgas geschaffen, weil zwischen solchen materialgefüllten Sperren Dampfschichten auftreten, von wo durch die an hervorstehenden Hülisen auf den Wellen des zweipoligen Motors befindlichen Schaufeln des Rotors Luft und Dampf abgezogen werden.

[0044] Während die Verkapselungsbedingungen geschaffen werden, kommt es zu Mikroexplosionen als dissoziativem Teil des technologischen Verfahrens, was dazu führt, dass Moleküle in ionengeladene Teilchen gespalten werden, die dann gemäß dem Unterschied der zu Ca^{2+} und OH^- gehörigen elektrochemischen Potentiale die Kette komplexer Moleküle und Verbindungen schließen, die als äußere Membran Calcium haben, das in dem Reaktionsgleichgewicht zwischen Temperatur, Zeit und Umwandlung als Akzeptor wirkt.

[0045] Mikropartikel aus komplexen Anionen, die in dem Beschleuniger festgehalten wurden, erhalten Calci-umeigenschaften, weil sich dieses Anion in der Gaswolke in der Mitte der neuen Molekülstruktur positioniert, so dass sein erforderliches Gleichgewicht entsteht und es somit stabil wird und den Reaktorraum an sich verlässt.

[0046] Die Verkapselung wird durch Verkapselungsmotoren **19** und **20** ermöglicht, die sich dort befinden, wo die Bedingungen für ihre Realisierung im Anschluss an das Auftreten der exothermen Reaktion des Verfahrens am besten sind.

[0047] Während die Mikroexplosionen in dem Reaktor stattfinden, und wenn es mehrere Dampfschichten gibt und die Anfangsbedingungen der Verkapselung erfüllt sind, wird sich die gesamte hergestellte Mischung fast gleichzeitig verfestigen, wobei das Atom Ca^{2+} ein komplexes Molekül mit einflussreichen Anionen in dissoziiertem Raum ergeben und den Träger bilden wird, während die Hydroxygruppe OH^- eine neue Gruppe von Anionen bilden wird und die Rolle des Aufbaus eines Gleichgewichts des Zustands übernehmen wird. Dies ist ein chemisch ausgewogener Zustand, wo physikalisch-chemische Reaktionen stattfinden, die stöchiometrischen Bedingungen jedoch auf beiden Seiten der chemischen Reaktion erreicht wurden.

[0048] Mikropartikel aus komplexen Anionen, die in dem Beschleuniger festgehalten wurden, erhalten Calci-umeigenschaften, weil sich dieses Anion in der Gaswolke in der Mitte der neuen Molekülstruktur positioniert, so dass sein erforderliches Gleichgewicht entsteht und es somit stabil wird und den Reaktorraum an sich verlässt.

[0049] Die Verkapselung wird durch Verkapselungsmotoren **19** und **20** ermöglicht, die sich dort befinden, wo die Bedingungen für ihre Realisierung im Anschluss an das Auftreten der exothermen Reaktion des Verfahrens am besten sind.

[0050] Während die Mikroexplosionen in dem Reaktor stattfinden, und wenn es mehrere Dampfschichten gibt und die Anfangsbedingungen der Verkapselung erfüllt sind, wird sich die gesamte hergestellte Mischung fast gleichzeitig verfestigen, wobei das Atom Ca^{2+} ein komplexes Molekül mit einflussreichen Anionen in dissoziiertem Raum ergeben und den Träger bilden wird, während die Hydroxygruppe OH^- eine neue Gruppe von Anionen bilden wird und die Rolle des Aufbaus eines Gleichgewichts des Zustands übernehmen wird. Dies ist ein chemisch ausgewogener Zustand, wo physikalisch-chemische Reaktionen stattfinden, die stöchiometrischen Bedingungen jedoch auf beiden Seiten der chemischen Reaktion erreicht wurden.

[0051] Dem ging die kontinuierliche Zugabe von Calciumoxid (und/oder Calciumhydroxid) aus den Behältern E und F voraus, wobei ihre Mengen und Anteile an den Sorten sowie die Mengen der behandelten Materialien entsprechend der Intensität der gewünschten Reaktion ermittelt wurden, die schließlich den entscheidenden Einfluss für ein gut oder schlecht durchgeführtes technologisches Verfahren bilden wird.

[0052] Dampf (mit Teilchen von möglicherweise überschüssigem freiem Calcium) tritt durch die Öffnung **25** aus und wird (durch einen axial-radialen Ventilator und eine Pumpe) zu einer Wasserwäsche und durch ein Sieb- und Schlauchfilter gedrückt, wobei Teilchen und Inhalt als Filtersediment zu dem Behandlungsverfahren zurückgeführt werden.

[0053] Um austretenden Dampf und sonstige Gase zu verringern, ist die Anlage mit Rohrbrücken und Kondensatoren ausgestattet, die diese als Wasser zu dem Behandlungsverfahren zurückleiten. Das Solidifikat wird durch das Förderband **26** befördert oder durch eine kontinuierliche Presse, die das Solidifikat zu Rollen (z.B. Durchmesser von 120×500 mm) mit einem Gewicht von etwa 15 kg formt, komprimiert (auf weniger als die Hälfte oder ein Drittel seiner anfänglichen Größe). Das Solidifikat kann auch in einem in Kommunen eingesetz-

ten Kompressionsbehälter gepresst oder sogar in einen üblichen Tanklastwagen gesaugt werden.

[0054] Die Probenahme der Mischung, zum Prüfen des Gehalts des behandelten Materials und seiner chemischen Eigenschaften, erfolgt durch die Öffnung **14**, und zwar für Solidifikat am Auslass aus dem Reaktor in der Nähe der Öffnung **22** und für Dampf beim endgültigen Austritt nach der Dampffilterung.

[0055] Die Dosierung spezieller Abfälle und Zusatzstoffe, die zu behandeln sind, erfolgt durch die Dosiervorrichtungen 5 und 6, die mit Eichstrichen versehen sind, um die Mengen zu ermitteln. Die Einstellung der Strömungsgeschwindigkeit, Mengen von Materialien und Zusatzstoffen, der Geschwindigkeit der ersten und der zweiten Reaktorstraße, der Verfahrenstemperatur und stufenweise Mischung von Materialien und Zusätzen an ihrem Eingang, was halb- oder vollautomatisch erfolgen kann, je nach dem eingestellten Aufbereitungsprogramm, legt die erwünschten Bedingungen für die Behandlung und den Erhalt hochwertiger Solidifikate fest und trennt den Dampf von schädlichem Inhalt.

[0056] Bei Durchführung des Verfahrens wird Energie erzeugt, die in Arbeit und Wärme umgewandelt wird, wobei Arbeit auf den Prozess der Dissoziation verteilt wird, der aufgrund des elektrochemischen Potentials von an einer Reaktion beteiligten Elementen Bedingungen für eine Einkapselung in Vakuumgas schafft, und Wärme wird zu dem exothermen Prozess und zur Dampferzeugung verteilt.

[0057] Die in dem inneren Dampf enthaltene Energie ist an der Erzeugung zahlreicher Mikroexplosionen und Vakuumräume sowie an Wärmeverlusten beteiligt.

6. AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER NUTZUNG DER ERFINDUNG

[0058] Die Hauptmerkmale der Anlage sind gemäß der Erfindung die erste und die zweite Reaktorstraße, die den vorbereitenden und den verarbeitenden Teil der Anlage darstellen, und zwar wegen der Abfälle, die Kohlenwasserstoffe gemischt mit anderen Sorten von organisch-anorganischen Abfällen enthalten, unabhängig von der Sorte, aber im Hinblick auf ihren Anteil an der Behandlungsstruktur und auf die Art und Weise der Vorbereitung und Vorbehandlung von Abfällen, die zu Materialien werden, die für eine Behandlung in der Anlage homogen und geeignet sind.

[0059] Das nächste Merkmal der Anlage ist gemäß der Erfindung die Art und Weise sowie der Ort der Zugabe von Zusatzstoffen zu dem technologischen Verfahren, so dass ein Verstopfen, Blockieren und Festkleben vermieden wird, und diese Zugabe wird dort vorgenommen, wo die Bedingungen für die Exothermizität des Verfahrens und die anschließende Einkapselung in Vakuumgas sowie die Verfestigung geschaffen werden.

[0060] Eine solche Anlage zur Behandlung und Aufbereitung industrieller und kommunaler Abfälle gemäß der Erfindung ist in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) dargestellt. Die Bestandteile der Anlage sind mit den folgenden Buchstaben und Ziffern bezeichnet:

Bezugszeichenliste

A	Abfallbehälter
B	Abfallbehälter
C	Abfallbehälter
D	Abfallbehälter
E	Additivbehälter
F	Additivbehälter
1	Schüttelrost
2	Schüttelrostmotor
3	Abfallverwirbelungseinheit
4	Motor der Abfallverwirbelungseinheit
5	Abfalldosiervorrichtung
6	Additvdosiervorrichtung
7	Abfalleinlasskanal
8	Additiveinlasskanal
9	Abfallmischer mit Vordosierung
10	Additivmischer mit Vordosierung
11	Rohrstück zwischen den Reaktoren
12	Verwirbelungseinheit zwischen den Reaktoren

- 13 Motor der Verwirbelungseinheit zwischen den Reaktoren
- 14 Probenahme zur Analyse
- 15 Erste Reaktorstraße
- 16 Variator für Motor und Getriebe
- 17 Zweite Reaktorstraße
- 18 Variator für Motor und Getriebe
- 19 Verwirbelnde Vakuumverkapselungsvorrichtung ("+")
- 20 Verwirbelnde Vakuumverkapselungsvorrichtung ("-")
- 21 Leitebene für Vakuumtiefe
- 22 Solidifikatauslass
- 23 Filtersäule
- 24 Rückleitung Dampf – Kondensat
- 25 Dampfauslass
- 26 Förderband
- 27 Solidifikatbehälter
- 28 Solidifikatpresse
- 29 Pressenmotor
- 30 Stabilisator für Reaktorposition
- 31 Inklinator für Reaktorposition
- 32 Haupt- und Hilfsbasis

[0061] Die folgenden Anlagenteile sind in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) nicht dargestellt: Förderband für zu behandelnde Feststoffe, Pumpen zum Dosieren von Flüssigkeiten, Silos für Zusatzstoffe und elektrische Schalttafel.

[0062] Nachfolgend wird die Funktionsweise der Anlage bei verschiedenen Sorten von toxischen und Sonderabfällen sowie Abfallmischungen (Asche, Schlamm aus Reinigungsvorrichtung, Öle, anorganische Verunreinigungen von organischen Abfällen, Asbestabfälle, Dioxin, Pestizide und mit Schwermetall verunreinigte Böden, etc.) dargestellt.

[0063] Einige Abfallsorten enthalten besonders gefährliche Stoffe und Substanzen, für die es strenge gesetzliche Vorschriften gibt und deren maximale Konzentration genau vorgeschrieben ist, begrenzt auf einen sehr geringen zulässigen Anteil an der Gesamtmenge, wie zum Beispiel PCB, PCT, Schwermetalle, Phenole, Kohlenwasserstoffe, Schwefelverbindungen, Chlor- und Stickstoffverbindungen, etc.

[0064] Die korrekte Durchführung des technologischen Verfahrens, insbesondere in Verbindung mit programmierten Anlagenfunktionen, erlaubt gemäß der Erfindung die Behandlung aller Abfallsorten, sogar jener, die die oben genannten Schadstoffe enthalten, die innerhalb der zulässigen Konzentrationen vorhanden sind, was schließlich durch Laboranalysen von Dampf, austretendem Solidifikat, Eluat, Filtersedimenten oder brikettierten Solidifikaten zu verifizieren ist. Vor der Behandlung wird jeder Abfall auf seinen Inhalt analysiert und Elemente und Verbindungen werden festgestellt, wobei die folgenden Analysedaten für die Behandlung wichtig sind:

- | | |
|--|---|
| – Feuchtigkeitsgehalt, | – Gehalt an Schwefelverbindungen, |
| – Gesamtgehalt an Kohlenwasserstoffen, | – Gehalt an Schwermetallen, |
| – Gehalt an Halogen, PCB, PCT, etc. | – pH-Wert |
| – Stickstoffverbindungen und Phosphor | – physikalische Eigenschaften der Materialien |

[0065] Das technologische Verfahren gemäß der Erfindung, das auf fast alle derzeit bekannten Abfälle, einschließlich Sonderabfälle, anwendbar ist und die technisch-technologischen Anforderungen der Einkapselung in Vakuumgas erfüllt, was das Grundprinzip der Verfestigung der Charge ist, hat den in [Fig. 6](#) dargestellten physikalisch-chemischen Verfahrensablauf.

[0066] In [Fig. 6](#) ist die Reaktoreinheit dargestellt, in der das Verfahren stattfindet, wobei die verwendeten Bezeichnungen die folgenden Bedeutungen haben:

- I – Zufuhr von zu behandelndem Material,
- II – Zufuhr der Verfahrenszusätze,
- J – Strömungsweg des zu behandelnden Materials,
- K – Strömungsweg der Grund- und Zusatzstoffe,
- L – Schaffung von Bedingungen für die physikalisch-chemische Behandlung,
- M – Einkapselung des gesamten Inhalts in Vakuumgas,
- N – Verfestigung der gesamten Charge,
- O – Abschließender Teil des Verfahrens und Erhalt der verfestigten Produkte,
- G – Dampfaustritt:
 - mit oder ohne Kondensation zu dem Prozess zurückgeführt;
 - mit Wasserwäsche und Filterung,
- H – Solidifikate ausgeleitet als:
 - trockenes Pulver,
 - für externes Verfahren bestimmtes halbtrockenes bis nasses Material;
 - zum Pressen bestimmtes Material, und
 - zur weiteren Verwertung.

[0067] Alle Stoffe und Substanzen mit der chemischen Struktur C-H basieren auf Erdöl. Da Erdöl, Erdölprodukte und auf Kohlenwasserstoffen basierende Abfälle in Raffinerien wohlbekannt sind, werden sie hier nicht in allen Einzelheiten erläutert, sondern nur im Hinblick auf solche Einzelheiten und Eigenschaften, die für die Erfindung von primärer Bedeutung sind.

[0068] Das Verhältnis C:H beträgt bei Erdöl 6:8, wobei andere möglicherweise vorhandene Elemente zu weniger als 5% beteiligt sind → Sauerstoff (O₂) II; Schwefel (S) II, IV, VI; Stickstoff (N) I, II, III, IV, V. Die physikalisch-chemischen Eigenschaften von Kohlenwasserstoffverbindungen mit diesen Elementen sind ähnlich wie jene von reinen Kohlenwasserstoffen. Öle enthalten normalerweise Alkan (Paraffin), Naphthen (Cycloparaffin) und aromatische (aliphatische) Kohlenwasserstoffe, wobei Alken- bzw. Olefinkohlenwasserstoffe recht selten sind und Alkin- bzw. Acetylenkohlenwasserstoffe im Erdöl nicht vorhanden sind.

[0069] Erdölkohlenwasserstoffe werden wie folgt eingeteilt: Paraffine, Naphthene und Aromaten; und sie sind Bestandteil aller derzeit bekannten Abfälle, in verschiedenen Formen und Mengen, insbesondere bei Industrieabfällen. Schwefel-, Stickstoff- und Sauerstoffverbindungen in Erdöl haben einen signifikanten Einfluss auf die Sorten, Eigenschaften und Merkmale der späteren Industrieabfälle.

[0070] Der Gehalt an gebundenem Schwefel in Erdöl ist je nach seiner Herkunft variabel und beträgt bis zu > 7 Gew.-%.

[0071] Besonders charakteristische Schwefelverbindungen in Erdöl sind:

- | | |
|---------------------|---|
| – Alchilthiole | – geradkettige (primäre) Thiole und Sulfide |
| – Mercaptane | – Thiocyclopentane |
| – Alchilsulfide | – Thiocyclohexane |
| – cyclische Sulfide | – polycyclische Schwefelverbindungen |

[0072] Anorganischer Schwefel kann nicht nur in Schwefelwasserstoff (H₂S), sondern auch in Erdöl als freier (S°) vorhanden sein.

[0073] Schwefel wirkt in Erdöl als Katalytgift.

[0074] Durch die Verbrennung von schwefelhaltigen Erdölprodukten entsteht angesäuertes und giftiges Schwefel(IV)-oxid, das einen unangenehmen Geruch und eine stark korrodierende Wirkung hat.

[0075] Der Stickstoffgehalt (N) beträgt normalerweise 0,05 – 1,0 Gew.-%.

[0076] Spuren von Metallen in Erdöl sind normal und treten daher auch in dem Verarbeitungs-, Verbrauchs- und Abfallsystem auf.

[0077] Nach der Verbrennung von Erdöl betragen die Ascherückstände bis zu 0,08 Gew.-%.

[0078] Ein Teil des Mineralgehalts ist in der emulgierten Wasserphase vorhanden, der Rest ist in der Ölphase

dispergiert. Trockenes Erdöl enthält die Metalle Bor (B), Magnesium (Mg), Silicium (Si), Eisen (Fe), Kupfer (Cu), Nickel (Ni) und Vanadium (V); nasses Erdöl enthält Natrium (Na) und Strontium (Sr); Asche enthält dagegen Tellur (Te), Barium (Ba), Blei (Pb), Mangan (Mn), Chrom (Cr) und Silber (Ag).

[0079] Die größten Quellen für Kohlenwasserstoffe in Abfällen sind Erdölraffinationsverfahren: Herstellung von Heizöl und Brennstoffen, Alkylierung mit Schwefelsäure, Polymerisation einer Mischung von Propen und Butan mit Phosphorsäure, Hochtemperaturisomerisation, Herstellung von Schmierölen, Rektifikation, Röhrendestillation, Siededestillation, Verkokung, katalytisches Cracken, Reformierung, Raffineriehydrierung, Hydrodesulfurierung von Erdöl, Öbleichen durch Hydratation, indirekte Desulfurierung von Destillationsrückständen, etc.

[0080] Bei jedem rohen Erdöl, jedem Raffinationsverfahren und jeder technologischen Behandlung bleiben Rückstände, die weder weiter verarbeitet noch genutzt werden können, und so werden diese zwangsläufig zu Raffinerieabfällen. Diese Abfälle sind unter verschiedenen Bezeichnungen bekannt: "gudron", "gudron clay", veröltes Sediment, Filterkuchen, Schlamm, Schwerkrafrückstand, Zentrifugenrückstand, Desoxidationsmittelrückstand nach dem Reinigungsprozess, Säurerückstand, saurer Ölabfall, Raffinerieschlamm, fettes Sediment, Teer, "gatch", veröltes Wasser, etc.

[0081] Die Mengen der aus Raffinationsbehandlungen stammenden Abfälle sind im Vergleich zu aufbereitetem Erdöl relativ groß und machen bei Industrieabfällen einen signifikanten Anteil aus.

[0082] Der Benzinanteil macht den größten Teil der Erdölprodukte aus und wird nach dem jeweiligen Verwendungszweck unterteilt: Spezialkraftstoffe, Motorbenzin, Flugzeugbenzin, Düsentreibstoff, Schwerbenzin, Kerosin, Lampenöl, Dieselmotortreibstoff, Heizöl, Öle (Motor-, Flugzeug-, Turbinenöl, Isolieröl, Hydrauliköl, Metallbearbeitungsöl, medizinisches Öl, etc.). Schmier- und Schutzfette, Bitumen, Erdölwachs als Schwerfraktionskristallisationsmittel, Petrolkoks (thermisches Cracken von Destillations- und sekundären Verfahrensrückständen).

[0083] Bei Reaktionen des thermischen Crackens, wo Gasöle in Alkene und leichtere Alkine umgewandelt werden, deren Siedepunkte innerhalb der Grenzen der Siedepunkte von Gas, Benzin und Gasöl liegen, kommt es zum Aufbrechen der alkylaromatischen Seitenketten. Somit erhält man Alkene und Naphthene, aromatische Verbindungen mit kürzeren Seitenketten. Alkene kondensieren zu Verbindungen mit größeren Molekülen und cyclisieren zu Naphthenen und Naphthenen mit kondensiertem Ring.

[0084] Sie sind oft Bestandteil von Industrieabfällen, die einer sehr erfolgreichen technologischen Behandlung gemäß dieser Erfindung unterzogen werden können.

[0085] Organischer Inhalt auf der Basis von Kohlenstoff als Träger der Materialstruktur ist die wichtigste und am weitesten verbreitete Form des chemischen Zustands einer großen Zahl von Materialien in Abfallstoffen aus einer humanen und urbanen Umgebung allgemein, weshalb sie hier erwähnt werden, weil sie die Grundlage der technologischen Behandlung von Abfällen gemäß dieser Erfindung sind.

[0086] Die Durchführung der technologischen Behandlung von Abfällen gemäß dieser Erfindung besteht aus den folgenden Stufen:

Stufe I: Vorbereitung von Abfällen, die nicht nach diesem technologischen Verfahren behandelt werden

- Trennung von sperrigen Abfällen, Motorteilen, Haushaltsgeräten, Autokarosserien, größeren Produkten aus Holz, Gummi, Kunststoff und Glas, Autobatterien, Motoren, Elektronik, etc.

Stufe II: Sortieren von Materialien in Gruppen nach Sorte, Dichte und Körnung

- die Materialien werden je nach ihrer chemischen Analyse, ihrem Aggregatzustand und ihren technischen Eigenschaften in Gruppen sortiert, wobei es auf ihre Homogenität oder maximale Ähnlichkeit nach Sorte, Dichte und Körnung ankommt, was durch Baumaschinen, Pumpen und Förderbänder erreicht wird;
- die Materialien werden entsprechend dem Sieb des Dosierbehälters durch Zerkleinern, Fragmentieren oder Pressen dem Granulationsegalisierungsverfahren unterzogen, wo verschiedene Materialsorten vorhanden sein können;
- die Materialien werden in der Reihenfolge des höchsten Homogenisierungsgrades in Hilfseinrichtungen eingeleitet, um die physikalisch-chemischen und mechanischen Eigenschaften der zu behandelnden Mischung einander so ähnlich wie möglich zu machen, was durch intermittierende Zugabe von Flüssigkeiten

und Feststoffen erreicht wird.

Stufe III: Lagerung von Grund- und Zusatzstoffen in Behältern mit Dosiervorrichtung

- Materialien, die in die erste Reaktorstraße zu dosieren sind (aufzubereitende Abfälle und Mischungen daraus), werden nach dem Ort ihrer Lagerung in einem Behälter sortiert, wobei die vorderen Behälter für flüssige Sorten bestimmt sind und die nachfolgenden Behälter für pastenartige Materialien und Feststoffe;
- homogene Materialien werden in den einzelnen Behälter und, auf diese Weise, in die erste Reaktorstraße eingeleitet, und gemischte Materialien werden nach Dichte und Körnung in Behälter sortiert.

Stufe IV: Herstellung einer Mischung aus Grund- und Zusatzstoffen in der ersten Reaktorstraße

- nach dem Einleiten der Grund- und Zusatzstoffe in die erste Reaktorstraße werden Bedingungen zum Erhalt einer homogenen Abfallmischung geschaffen, und die schließlich erhaltene Mischung wird der gewünschten technologischen Behandlung unterzogen;
- die Geschwindigkeit der ersten Reaktorstraße hängt von der Dichte der Mischung ab; wenn die Viskosität des Materials kleiner ist, ist die Drehzahl des Motors größer, und umgekehrt.

Stufe V: Verfahren zur Einkapselung der Mischung in Vakuumgas in der zweiten Reaktorstraße

- die Geschwindigkeit der zweiten Reaktorstraße richtet sich nach dem Grad der Vorbereitung des Materials für einen schnelleren oder langsameren exothermen Reaktionsablauf, der sich aufgrund der Feuchtigkeit des Materials, der Dissoziation und Verkapselung von Teilchen in dem Reaktorraum und der Menge der calciumhaltigen Zusatzstoffe, dem Verdampfungsgrad und der Kapazität des Prozesses ergibt;
- wenn die zweite Reaktorstraße zu arbeiten beginnt, liegt eine Mindestmenge an calciumhaltigen Zusatzstoffen vor, und zwar wegen der technologischen Eigenschaften des Solidifikats, des niedrigstmöglichen pH-Werts des Endprodukts, des geringstmöglichen Rückstands von Calciumpartikeln mit Dampf in dem Filtersystem, und schließlich aus wirtschaftlichen Gründen;
- die Anteile von Calciumoxid und Calciumhydroxid als Zusatzstoffe sind entsprechend dem Chemikaliengehalt und der Feuchtigkeit des aufbereiteten Materials definiert; je höher der Gehalt an Phosphor, Schwefel, Chlor, Kohlenwasserstoff und Wasser in der Mischung, umso höher der Gehalt an Calciumhydroxid als Zusatzstoff im Vergleich zu Calciumoxid.

Stufe VI: Behandlung des erhaltenen Produkts – des Solidifikats

- fertiges Solidifikat tritt durch die Öffnung der zweiten Reaktorstraße auf das Förderband aus, mit dem es als Pulver in einen Behälter befördert wird oder zu Blöcken gepresst und zu dem endgültigen Lagerort transportiert wird.

[0087] Die oben genannten Stufen werden anhand eines speziellen Beispiels für die Behandlung einer der am häufigsten vorkommenden Sorten industrieller und kommunaler Abfälle und Mischungen davon beschrieben, die normalerweise als die am weitesten verbreitete Art und Form auftreten.

[0088] Die erste Stufe der Vorbereitung zur Abfallbehandlung besteht darin, die Anfangsmengen des Abfalls festzulegen sowie die Eigenschaften und Auswahl des Materials, das nicht nach diesem technologischen Verfahren behandelt wird, wie zum Beispiel: sperrige Abfälle, Motorteile, Haushaltsgeräte, Autokarosserien, größere Produkte aus Holz, Gummi, Kunststoff und Glas, Autobatterien, Motoren, Elektronik, etc.

[0089] Solche Zustände lassen Rohstoffe normalerweise zur weiteren industriellen Behandlung wiederverwertet werden und machen normalerweise etwa 15% des gesamten Abfallgewichts aus.

[0090] Der Rest des Materials bildet die zukünftige Mischung zur Behandlung gemäß dieser Erfindung, die zur Behandlung gemäß den Unterschieden hinsichtlich Inhalt, Körnung, Feuchtigkeit, physikalisch-chemische Eigenschaften und Merkmale vorzubereiten und zu verteilen ist.

[0091] Einige bereits getrennte und konzentrierte Materialien, die insbesondere bei industriellen Deponien auftreten, wie zum Beispiel Schlamm und veröltes Wasser, Sedimente und Suspensionen, Lösungsmittel und Öle, werden einer chemischen Analyse unterzogen um den Chemikaliengehalt festzustellen, insbesondere den Gehalt an den folgenden wichtigen Substanzen: Gesamtgehalt an Kohlenwasserstoffen und Halogenen, Phosphor, Chlorverbindungen, PCB, PCT, ON-Verbindungen, Quecksilber, Mineralsäuren, Schwermetalle,

Stickstoffverbindungen, Schwefel und Wasser.

EIN PRAKTISCHES BEISPIEL DER ANWENDUNG DER ERFINDUNG

[0092] Als praktisches Beispiel für die Anwendung der Erfindung wird nun ein Beispiel für die am häufigsten vorkommende Art industriell-kommunaler Deponien näher beschrieben, die Folgendes umfassen:

- Mischung von Schlämmen aus Abwasserabscheider und -reinigungsvorrichtung, Schlick und Erde,
- Asche aus Ofen, Elektrofilter und Müllverbrennungsanlage,
- verölte Abfälle, gemischt mit organischen und anorganischen Sorten,
- verschiedene kommunale Abfälle einer entwickelten städtischen Gemeinde,
- Gebäudeabfälle.

[0093] Aus einer Analyse der Deponie ergeben sich die folgenden Beziehungen und Mengen:

- Der Anteil an Schlamm, Schlick und verölten Materialien macht etwa 35 Vol.-% der gesamten Kohlenwasserstoffe, etwa 50 Vol.-% Feuchtigkeit, etwa 10 Vol.-% des gesamten Schwefels, Halogens, der Stickstoffverbindungen und Schwermetalle, und etwa 5 Vol.-% anderer Bestandteile in niedrigeren Konzentrationen aus; als Bestandteil von Phosphor ist auch Parathion vorhanden: 0,0-Diethyl-0-(4-nitrophenyl)thiophosphat, als Monothiophosphatsäurederivat.

Schlammiges Material ist relativ homogen, aber auch mit anderen Stoffen verunreinigt, und macht etwa 25 Vol.-% der Deponie aus.

- Asche aus Ofen, Elektrofilter und Müllverbrennungsanlage enthält etwa 75 Gew.-% anorganische Stoffe und Schwermetalloxide (Fe, Mn), etwa 10 Gew.-% Kohlenstoffe, Calciumphosphat und Magnesium und etwa 15 Gew.-% Feuchtigkeit.

Dieses Material wird mit Schlamm und verschiedenen Gebäudeabfällen gemischt gesammelt und macht etwa 20 Vol.-% der Deponie aus.

- Gebäudeabfälle enthalten, neben etwa 35 Gew.-% Feuchtigkeit, außerdem den üblichen Gehalt an Laugen, Magnesium, Silicium, Schwefel und Asche sowie eine bestimmte Menge an Eisenteilen, wie zum Beispiel Verstärkungselemente aus Eisen mit ovalem Profil in verschiedenen Größen.

Dieses Material wird mit anderen kommunalen Abfällen auf der Deponie abgeladen und macht etwa 15 Vol.-% der Deponie aus.

- Verölter Boden enthält etwa 30 Gew.-% Feuchtigkeit, 5 Gew.-% Kohlenwasserstoffe insgesamt und etwa 65 Gew.-% weitere feste Rückständen von Farben, Lacken, Schmierstoffen und dergleichen.

Verunreinigter Boden wird mit kommunalen Abfällen gemischt und macht etwa 15% der Deponie aus.

- Kommunaler Abfall enthält etwa 10 Gew.-% Papier, etwa 9 Gew.-% Kunststoffe, etwa 5 Gew.-% Glas, etwa 5 Gew.-% Gummi, Leder, Stoff und Metall, etwa 30 Gew.-% biologischen Abfall, etwa 30 Gew.-% Feuchtigkeit und etwa 10 Gew.-% verschiedene sperrige Abfälle.

Dieses Material wird mit veröltem Boden, Sand und verschiedenem Müll gemischt und macht etwa 25 Vol.-% der Deponie aus.

[0094] Die Deponie wird mit Baumaschinen, Zerkleinerern, Häckslern, Ladern, Baggern und Pumpen (Schnecken- und Membranpumpen), Behältern und Förderbändern betreten, und die folgenden Materialien werden vorbehandelt:

1.1	Schlamm und Erde	A1	2.2	Asche und Schlamm	B2
1.2	Öl und Asche	A2	3.1	Asche und Erde	C1
2.1	kommunale Abfälle	B1	3.2	übrige Abfälle	C2

[0095] Die getrennten Materialien, die der Behandlung in der Vorbereitungsstraße in der Vorbehandlungsstufe unterzogen wurden (sechs Arten von Mischungen), werden schließlich in drei charakteristische Gruppen von zu behandelnden Materialien unterteilt: A3, B3 und C3.

[0096] Eine solche Mischung wird aus den Behältern A, B, C oder D durch die aus drei Mischern bestehende Vorbereitungsstraße und durch die erste Reaktorstraße **15** geleitet, wo technisch-technologische Parameter wie zum Beispiel die Geschwindigkeit der ersten und zweiten Reaktorstraße, die Dosierung des zu behandelnden Materials, die Dosierung von Calciumoxid und Calciumhydroxid, die Geschwindigkeit des Solidifikatförderbandes oder die Solidifikatpresse eingestellt werden, woraufhin mit der unabhängigen Durchführung des technologischen Materialbehandlungsverfahrens begonnen wird.

[0097] Die Mischung A3 besteht hauptsächlich aus Schlamm und Erde (A1) und Öl und Asche (A2). Ihre Anteile werden gemäß der Erfindung und gemäß der hier dargelegten Beschreibung des Inhalts und gemäß den

oben aufgeführten Erläuterungen zur Entstehung solcher Materialien in dem Kapitel "Offenbarung der Erfindung" ermittelt; diese Beziehungen sind wie folgt eingestellt:

Schlamm/Erde: 30-45/55-70; Durchschnitt 37,5:62,5 oder 1,0:1,7

Öl/Asche: 60-75/25-40; Durchschnitt 67,5:32,5 oder 1,0:0,5

[0098] Die Mischung B3 besteht hauptsächlich aus kommunalen Abfällen (B1) und Asche und Schlamm (B2), und ihre Anteile werden wie folgt ermittelt:

Kommunaler Abfall (gemischt): 100

Asche:Schlamm 35-45:55-65; Durchschnitt 40,0:60,0 oder 0,7:1,0

[0099] Die Mischung C3 besteht hauptsächlich aus Asche und Erde (C1) und übrigen Abfällen (C2), wobei ihre Verhältnisse wie folgt ermittelt werden:

Asche:Erde 45-55:45-55; Durchschnitt 50,0:50,0 oder 1,0:1,0

Übrige Abfälle (gemischt): 100

[0100] Die Mischungen A3, B3 und C3 werden in die drei Vorbereitungsstraßen eingeleitet, wie in [Fig. 5](#) gezeigt, um in die erste Reaktorstraße **15** als homogene Mischung zur Behandlung in der zweiten Reaktorstraße **17** dosiert zu werden, siehe [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#).

[0101] Gemäß den obigen Ausführungen hat der zugeführte Abfall einen bestimmten Inhalt und bestimmte Sorten, und nach der Vorbereitung erhält man schließlich die zu behandelnde Mischung mit dem folgenden Inhalt:

Straße A3 – Schlamm, Erde, veröltes Wasser, Asche

Straße B3 – kommunaler Abfall, Asche, Schlamm

Straße C3 – Asche, Boden, übrige Abfälle (Gebäudeschutt, Schlick, etc.)

[0102] Ihre Anteile ergeben eine homogene Mischung zur Behandlung in der ersten und zweiten Reaktorstraße.

Organische Stoffe: 5-6 mg/kg; flüchtige organische Verbindungen: 4-5 mg/kg; Phosphorverbindungen: 1-2 mg/kg; Mineralöle: 15-16 mg/kg; Feuchtigkeit: 13-20%.

Schwermetalle im Eluat: Eisen: 15-20 mg/l; Zink: 0,5-1,0 mg/l; Aluminium: 5-6 mg/l; Mangan: 2-3 mg/l; sonstige Metalle: 0,5-1 mg/l (Cr, As, Cu, Mo, Pb, Se, Hg, Te, Ti, Be).

[0103] Die technisch-technologischen Merkmale der ersten und der zweiten Reaktorstraße werden nach den folgenden Prinzipien eingestellt:

- Feuchtigkeit 13-20 Gew.-%, entspricht den normalen Verfestigungsbedingungen mit dem grundlegenden Zusatz von etwa 5-15 Vol.-% CaO (Calciumoxid) und einem weiteren Zusatz von etwa 2-5% Ca(OH)₂ (Calciumhydroxid).
- Durch das Vorhandensein von Phosphorverbindungen ergeben sich im Allgemeinen zu hohe Temperaturen in der zweiten Reaktorstraße, was in diesem Fall durch Erhöhen des Ca(OH)₂-Gehalts auf > 7 Vol.-% zu lösen ist; aus Sicherheitsgründen wird die Dosierung auf etwa 8% eingestellt.
- Mineralöle in einer Menge von 15-16 mg/kg werden das behandelte Material bei einem Durchmesser der Reaktortrommel D_u von 486 mm mit 1,25 kg/s (4,5 m³/h) fließen lassen.
- Der Gehalt an Mineralölen und Substanzen, der ein Drittel des Inhalts ausmacht, beeinflusst die festgelegte endgültige Geschwindigkeit des Verfahrensablaufs, die Berechnungen zufolge schließlich um etwa 25% höher ist, oder die erforderliche Fließgeschwindigkeit, die etwa 1,5 kg/s (5,5 m³/h) beträgt.
- CaO-haltige Zusatzstoffe, etwa 10 Vol.-%, sind ein beispielhafter Bestandteil dieses Reaktionspartners zum Erhalt der exothermen Temperatur von 115-120°C, während ein Ca(OH)₂-Gehalt von etwa 8 Vol.-% die Absenkung der zu hohen Verfahrenstemperaturen günstig beeinflussen wird.

[0104] Auf diese Weise werden die folgenden technisch-technologischen Verfahrensparameter und -merkmale erreicht, um den zum Erhalt der gewünschten Qualität des Solidifikats und einer ausreichenden Qualität und Menge an Wasserdampf erforderlichen Bedingungen zu genügen:

Menge an Verfahrensmaterial: 5,50 m³/h

Menge an Verfahrenszusätzen: 0,99 m³/h

Mittlere Verfahrenstemperatur: 110°C

Verkapselungsbetriebsdruck: 1,02-1,21 Mpa

Solidifikatdichte: 0,95-0,97 kg/dm³

Menge an Wasserdampf: 6,6-9,6 Nm³/h

Menge an pulverförmigem Solidifikat: 5,84 m³/h

Menge an brikettiertem Solidifikat: 2,33 m³/h

[0105] Die erste Solidifikatanalyse wird die folgenden ungefähren und durchschnittlichen Ergebnisse zeigen:

	Abfälle	Solidifikateluat
Organische Substanz, gesamt	5,79 mg/kg	2,12
Flüchtige organische Substanzen, gesamt	4,075 mg/kg	584
Phosphor	1,6 mg/kg	1,06
Mineralöle	16,4 mg/kg	6,0
Feuchtigkeit	13%	5,3
pH-Wert	6,8	12,3
Eiseneluat, Fe	56 mg/l Fe	0,07
Chromeluat, Cr	0,040 mg/l Cr	0,085
Manganeluat, Mn	2,5 mg/l Mn	0,16
Cadmiumeluat, Cd	0,003 mg/l Cd	0,003
Zinkeluat, Zn	0,340 mg/l Zn	0,05
Aluminiumeluat, Al	9,5 mg/l Al	3,27
Arseneluat, As	< 0,002 mg/l As	< 0,002
Kupfereluat, Cu	< 0,002 mg/l Cu	< 0,002
Molybdäneluat, Mo	0,10 mg/l Mo	0,15
Bleieluat, Pb	0,02 mg/l Pb	< 0,002
Seleneluat, Se	< 0,002 mg/l Se	< 0,002
Quecksilbereluat, Hg	< 0,001 mg/l Hg	< 0,001
Tellureluat, Te	< 0,030 mg/l Te	< 0,030
Titaneluat, Ti	< 0,002 mg/l Ti	< 0,002
Berylliumeluat, Be	< 0,001 mg/l Be	< 0,001
Verifizierung und Korrektur des Verfahrens:		
Mineralöle	von 16,4 bis 6,0	erforderlich: 5,0
pH-Wert	von 6,8 bis 12,3	erforderlich: 9,5

[0106] Die auf die Überschreitung maximal zulässiger Mengen (Mineralöle und pH-Wert) zurückzuführende Verfahrenskorrektur wird erreicht durch Herabsetzen der Fließgeschwindigkeit des Abfalls und durch Erhöhen der $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -haltigen Zusatzstoffe. Um den Gehalt an Mineralölen im Eluat bei der Freisetzung zu vermindern, sollte das Verarbeitungsvolumen mindestens um den Faktor " ω " herabgesetzt werden, der nach Erfahrungswerten zu berechnen ist.

[0107] Die erforderliche Korrektur wird wie folgt berechnet:

$$\omega = \frac{\text{Endgehalt an Mineralöl}}{\text{Anfangsgehalt an Mineralöl}} \times (\text{Vol.} - \% \text{Wasser}) \times \frac{f_2 1,0}{f_1 1,3} = 6,0 / 16,4 \times 0,13 \times 0,77 = 0,037$$

[0108] Die endgültige Fließgeschwindigkeit des Materials sollte aufgrund des Faktors " ω " um 3,7% niedriger sein, und die Verarbeitungskapazität ist von 5,5 m³/h (1,53 l/s) auf 5,3 m³/h (1,47 l/s) zu korrigieren.

[0109] Wenn der pH-Wert des Eluats 9-10 beträgt und Mineralöle < 5 mg/kg ausmachen, könnte die Verarbeitungskapazität in Schritten von 0,05 l/s allmählich bis zu der gewünschten Solidifikatqualität erhöht werden. Der Anstieg der Calciumzusätze ist auf den Anteil begrenzt, bei dem das Verfahren begonnen hat (max. 18 Vol.-%), bezogen auf das zu verarbeitende Material.

[0110] Nach dem Beimischen von Solidifikaten erhaltenes dunkelfarbiges Wasser würde auf das mögliche Vorhandensein von überschüssigen Mineralölen hindeuten, die sich nicht verkapselt haben. Kohlenwasserstoffe, die sich schwieriger verkapseln, sind normalerweise acyclische, aromatische Kohlenwasserstoffe und jene mit einem höheren Phenolgehalt. Wenn in dem behandelten Material PCB vorhanden ist, kommt es zu einer zufrieden stellenden Verkapselung von Chlor, aber der Phenolgehalt in dem Solidifikat nimmt zu, obwohl zuvor nichts davon vorhanden war (wegen der Dissoziation von polychlorierten Biphenylen zu Phenol- und Chloranteilen).

[0111] Es ist fast immer notwendig, das Material vorzubereiten, das fast immer oder meistens in industriellen oder kommunalen Deponien vorhanden ist.

[0112] Bei dieser Erfindung ist diese Art der Vorbehandlung besonders wichtig, weil sie die Verfestigung des gesamten Materials sicherstellt und die erforderliche Qualität des Solidifikats im Hinblick auf Reinheit, Hydrophobie, Komprimierbarkeit und weitere industrielle Nutzung erzeugt.

[0113] Abfälle, die Stoffe verschiedener Festigkeit, in einem pastenförmigen oder halbpastenförmigen Zustand enthalten, wie zum Beispiel verölter Boden und verschiedene abgebundene Materialien mit inhomogenem Inhalt (Ton, Schlick, Abfälle von Farben und Lacken, Mischungen von Staub und Sand mit Lösungsmitteln, veröltes Wasser, Schlamm, etc.), werden durch eine Zusatzeinrichtung zur Abfallvorbereitung geführt, die sie zerkleinern, mischen und lockern wird und sie so homogen wie möglich machen und dann zu dem Ausgang leiten wird, d.h. zum Eingang in die erste Reaktorstraße.

[0114] Die Vorbereitungseinrichtung ist in [Fig. 3](#) dargestellt. Sie erzeugt die Abfallmischung, die in die erste Reaktorstraße **15** eingeleitet werden wird, so dass sie in der zweiten Reaktorstraße **17** einer abschließenden Behandlung unterzogen werden kann.

[0115] In [Fig. 3](#) sind die speziellen Teile und Segmente wie folgt bezeichnet:

Bezugszeichenliste

- 33** Einfülltrichter
- 34** Motorvariator
- 35** Zerkleinerung und Lockerung
- 36** Transportstraße für vorbereitetes Material
- 37** Auslass für Material, das zur Behandlung vorbereitet ist

[0116] Wenn es eine größere Zahl verschiedener Mischungen gibt, wird jede zur Vorbereitung durch die Hilfseinrichtung befördert und in den Behältern A, B, C und D über der ersten Reaktorstraße gelagert, von wo sie über ein den Durchfluss regulierendes Drosselventil zur Behandlung entnommen wird.

[0117] Praktischerweise hat man drei Straßen als Abfallvorbereitungsstraßen, weil manche Mischungen unerwünschte Gase oder eine starke Reaktion erzeugen, wenn sie miteinander in Kontakt kommen, so dass eine Trennung erforderlich ist.

[0118] Die in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigte erste Reaktorstraße **15** hat ihren eigenen Antrieb **16**, der die Antriebsbedingungen sowie die endgültige Verarbeitungskapazität des aufgenommenen Materials definiert. Das gleiche gilt für die zweite Reaktorstraße **17**, weil die beiden Straßen mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten arbeiten.

[0119] In der zweiten Reaktorstraße **17** findet die abschließende Materialbehandlung statt, und sie hat ihre eigene Verfahrenstechnologie und Behandlungsgeschwindigkeit und -kapazität.

[0120] Der Unterschied in der Kapazität resultiert daraus, dass das Volumen der zweiten Reaktorstraße im Vergleich zur ersten bis auf > 20% ansteigt, wobei die Antriebsbedingungen von denen der ersten Reaktorstraße vollkommen verschieden sein.

[0121] Der Rest des zur erfindungsgemäßen Behandlung bestimmten Materials fällt von Förderbändern in den Vorbereitungstrichter ([Fig. 3](#)), wo es durch Granulierung homogenisiert wird, um durch Schneckenförderer und die in die erste Reaktorstraße eingebauten, den Durchfluss regulierenden Drosselventile zu speziellen Materialbehältern befördert zu werden.

[0122] Calciumoxid und Calciumhydroxid werden durch Schneckenförderer aus ihren Additivsilos über der ersten Reaktorstraße befördert oder durch eine flexible Dosiervorrichtung direkt in die zweite Reaktorstraße eingeleitet.

[0123] Nach der Vorbereitung wird das Material von der ersten Reaktorstraße durch ein geschlossenes Transportsystem in die zweite Reaktorstraße geleitet, wo die abschließende Verarbeitung durchgeführt wird.

[0124] Die Vorbereitung und die Vorbehandlung bestehen aus den folgenden Schritten:

- Trennung des Materials von dem angesammelten Abfall, das sich nicht für die erfindungsgemäße Verarbeitung eignet (sperrige Abfälle, große Teile, Geräte, Maschinen, Autobatterien, Motoren, Eisen, Stahlseile, etc.) und einer weiteren Behandlung zu unterziehen ist (z.B. Zerlegung und Nutzung von Rohstoffen);
- Trennung des Materials von dem angesammelten Abfall, das durch Hilfseinrichtungen zu einer für die erfindungsgemäße Behandlung geeigneten Körnung zertrümmert, gepresst und zerkleinert wird (Glas, Gummi, Kunststoffe, Papier, Leder, Stoffe, Holzspäne, etc.), durch Mühlen, Zertrümmerer und Zerkleinerer verarbeitet wird und durch Förderbänder zu der Vorbehandlungsstraße geleitet wird;
- Trennung des Materials von dem angesammelten Abfall, das relativ homogen ist (Asche, Schlamm, Späne, Staub, Öle, zerkleinerte organische Abfälle, veröltes Wasser, Schmierstoffe, etc.), um durch Förderbänder oder Schneckenförderer oder sogar Pumpen direkt zu der Vorbehandlungsstraße geleitet zu werden oder durch eine entsprechende Verbindung mit der zweiten Reaktorstraße direkt zu der abschließenden Behandlung befördert zu werden.

[0125] Getrenntes und zerkleinertes Material (zerkleinerter Gummi, Glas, Holz, Papier, Kunststoffe etc.) wird als Material, das für die erfindungsgemäße Verarbeitung vorbereitet ist, in die Vorbehandlungsstraße und in die Behälter der ersten Reaktorstraße geleitet.

[0126] Aus einer größeren Zahl von Behältern A, B, C und D werden Materialien in einem bestimmten Verhältnis über den Durchfluss regulierende Drosselventile in die erste Reaktorstraße **15** dosiert ([Fig. 1](#) und [Fig. 2](#)).

[0127] Eines der häufigsten Beispiele, das in dieser Anmeldung beschrieben wird, erfordert bei der abschließenden Behandlung mit drei Vorbereitungsstraßen die folgenden Verhältnisse der Teile bei einem gut durchgeführten technologischen Verfahren in einer erfindungsgemäß konstruierten Anlage:

A3:B3:C3 = 1,0:1,4:1,6

A3: (Schlamm + Erde); (veröltes Wasser + Asche) – etwa 25 Vol.-% des Inhalts

B3: (gemischte kommunale Abfälle); (Asche + Schlamm) – etwa 35 Vol.-% des Inhalts

C3: (Asche + Erde); (übrige Abfälle) – etwa 40 Vol.-% des Inhalts

[0128] Solche Verhältnisse werden erreicht durch die Geschwindigkeit der Dosierung von den Vorbehandlungsstraßen in die Behälter der ersten Reaktorstraße, die durch Variatoren für Motor und Getriebe und durch die Übertragung mittels Förderbändern oder Zahnrädern von einer Straße zur anderen einstellbar ist.

[0129] Das zu behandelnde Gemisch hat in diesem Fall einen Inhalt mit den obigen Verhältnissen, womit die Bedingungen für ein gut durchgeführtes Verfahren mit Ca^{2+} -haltigen Zusatzstoffen (8 Vol.-% $\text{Ca}(\text{OH})_2$ + 10 Vol.-% CaO) erfüllt werden.

[0130] Spezielle Zusatzstoffe auf der Basis von sauberen Flüssigkeiten und Substanzen (gebrauchte Öle, Fette, "gatch", "gudron", Schwarzlauge, Tank- und Abscheidersedimente, Öle, Schmiermittel und Harze, etc.) werden als getrenntes Material direkt in einen der Behälter der ersten Reaktorstraße befördert. Dasselbe Verfahren wird auch für andere Feststoffe (Sand, Pulver, Medikamente, getrocknete Abfälle, Farben und Lacke, gemahlener Gummi, Glas, etc.) durchgeführt.

[0131] Zur Verdeutlichung ist in [Fig. 4](#) das Prinzip dieser Trennung dargestellt, wobei spezielle Trennvorgänge die folgenden Materialien betreffen:

N1 sperrige Abfälle

N2 Vorbereitungsstraße für Material A3

N3 Vorbereitungsstraße für Material B3

N4 Vorbereitungsstraße für Material C3

[0132] Die in [Fig. 3](#) gezeigte Vorbereitungsstraße ist mit zwei oder mehr Schneckenförderern, Mischern, Schneidvorrichtungen und Lockerungsvorrichtungen dargestellt, die den Mischungsinhalt harmonisieren und zur Lagerung in den Behältern der ersten Reaktorstraße vorbereiten, wobei sie wie folgt gekennzeichnet sind:

T – Schneid-, Zerkleinerungs- und Mischvorrichtungen (kommunale Abfälle)
 U – Zertrümmerer, Schneid- und Mischvorrichtungen (Erde, sonstige Abfälle)
 V – Mischer, Fördereinrichtungen (Asche, Schlamm und Öle)

[0133] Mit a) und b) bezeichnete vertikale Fördereinrichtungen sind Schnecken- oder Bandförderer, die das zerkleinerte Material als Mischung oder als getrennte Sorten, je nach Abfallsorte, mischen.

[0134] Wichtigere technische Einzelheiten bezüglich der Funktionen der speziellen Anlagenteile, die bei der Durchführung des technologischen Verfahrens gemäß dieser Erfindung von besonderer Bedeutung sind, sind folgende:

a) Filter

[0135] Er befindet sich in der Nähe der Behandlungsanlage und ist mit Rohren zu der Öffnung **25** (**Fig. 1**) am Ende der zweiten Reaktorstraße verbunden, wobei das Material zunächst in ein Labyrinth mit Wasserdüsen und dann in den Kamm- und Schlauchfilter eintritt. Auf diese Weise wird Wasserdampf gereinigt und tritt ungehindert in die Atmosphäre ein; zum Waschen von Partikeln gebrauchtes Wasser zirkuliert ständig von seinem Behälter in der Nähe der Labyrinthdüsen, so dass es auf dem Weg zur Reinigung im Kammfilter von Gasen durchströmt wird.

[0136] Der durch den Radiallüfter in Bewegung gesetzte Dampf, der auf dem Weg zu dem Kamm- und Schlauchfilter in das Reinigungsrohr eintritt, ist für das Verfahren immer noch technologisch von Nutzen (für gasförmige Schwefelverbindungen, Schwefeldioxid, Sulfite und Sulfide, Calciumpartikel, etc., die der Verkapselfungsphase bei dem Verfahren entgangen sind).

[0137] Am Auslass des Zwangsdurchlauf-Dampfrohres ist daher ein Rohrverbindungsstück angebracht, das eine Brücke zu dem Rohrstück **11** unter der Materialverwirbelungseinheit **12** herstellt, um den Dampf in die zweite Reaktorstraße **17** einzuleiten, wo der Dampf dazu beiträgt, das Material mit erhöhter Verwirbelung zu mischen und einzuleiten und es mit den übrigen nicht verkapselten Partikeln und dem gasförmigen Inhalt zu mischen.

[0138] Ein Dampfstrahl wird in Strömungsrichtung des Materials nach vorn gerichtet, um eine Rückreaktion mit Calciumadditiven und ein Verstopfen der Mischung in dem Raum der zweiten Reaktorstraße zu verhindern.

b) Schüttelrost

[0139] Dieser Rost **1** (**Fig. 1**) verhindert den Eintritt größerer Materialstücke, insbesondere großer Metallstücke, Stahlseile, Schnüre, Lumpen, Holzstücke etc. Seile und Schnüre, Blech und Stoffe können sich in der beweglichen Spirale der Misch- und Fördervorrichtung verfangen und die Anlage zum Stehen bringen. Steine, sogar größere Steine, sind nicht schädlich und werden in der ersten und mit Sicherheit in der zweiten Reaktorstraße teilweise zerkleinert, um als Bestandteil des Solidifikats in Pulver verkapselt zu werden. Die Steuerung des zugeführten Materials erfolgt in dem Vorbereitungsverfahren, und der Rost ist ein Schutz vor dem Eintritt von Materialien, die die Behandlung behindern könnten.

[0140] Wenn größere Materialien auf den Schüttelrost **1** fallen, muss er von Zeit zu Zeit gereinigt werden, indem die Stücke, die sich darauf angesammelt haben, entfernt werden und in einem Spezialbehälter zum Zerkleinern gesammelt werden. Die Schwingungen des Schüttelrosts tragen dazu bei, dass das Material, das hindurchgelangt, nicht hängenbleibt und sich auf dem Rost ansammelt.

c) Verwirbelungseinheit

[0141] Am Boden bestimmter Materialbehälter B und C befinden sich Verwirbelungseinheiten **3** (**Fig. 1**), die das Material umwälzen und zu der ersten Reaktorstraße **15** leiten sollen, was durch gebogene Schaufeln erreicht wird. Die Schaufeln sind in Abständen an der Welle angebracht, wie unterbrochene Schaufeln bei einem Schneckenförderer.

[0142] Die Schaufeln sollen sich in die Richtung drehen, in der das Material nach vorn gedrückt wird, d.h. in Richtung zum Ausgang aus der zweiten Reaktorstraße **17**. Dies ist wichtig für das Verfahren und für die Herstellung eines Kontakts mit Calciumadditiven etwa auf halber Länge, wo unter exothermen Bedingungen das Verfahren der Dissoziation und Entgasung bei einem Gleichgewicht zwischen Temperatur, Zeit und Umwand-

lung stattfindet.

[0143] Hier ist die Temperatur am höchsten: etwa 100-125°C.

d) Verkapselungsraum

[0144] Die Verkapselungsmotoren **19** und **20** ([Fig. 1](#) und [Fig. 2](#)), die ein Vakuum zwischen ihren Schaufeln schaffen, und wo die Verkapselung beginnt, haben zwei Drehzahlen (zweipolige Motoren). Bei viskosen Materialsorten wird mit der niedrigeren Drehzahl (800 U/min) gearbeitet, und bei Feststoffen wird mit der höheren Drehzahl (1400 U/min) gearbeitet. Diese beiden Drehzahlen genügen beiden Bedingungen. Zwischen den beiden Verkapselungsmotoren befindet sich ein interaktiver Raum, wo sich Materialien von beiden Seiten ansammeln und feste Trennwände bilden, die den Verkapselungsraum vollständig umgeben.

[0145] In diesem Raum finden als eine der wichtigsten Funktionen einer vollständigen Verkapselung molekulare Mikroexplosionen statt, so dass die Verkapselung umso vollständiger ist je besser die Bedingungen sind. Wasserdampf strömt zu beiden Seiten dieses Raums und bildet Schichten, die sich bei hoher Temperatur und hohem Innendruck bis zur Explosion ausdehnen und dazu neigen, sich vor und zurück zu bewegen, da die Kraft des kommenden Materials das Verfahren weitertreibt und damit die Verfestigung erreicht, was schließlich den Charakter einer Vorwärtsbewegung in Richtung zum Reaktorausgang hat.

[0146] Die Drehrichtung des Motors kann auf eine der beiden Seiten hin eingestellt werden, wobei sich die Schaufeln meistens vorwärts bewegen (in Richtung zum Solidifikatauslass) oder, bei flüssigen Mischungen, aufeinander zu. Wenn viskose und sehr viskose Materialien behandelt werden, dreht sich der letzte Motor rückwärts (entgegengesetzt zur Materialrichtung), wobei die Bewegung des Materials verlangsamt und die Kontaktfläche mit Calciumpartikeln unter Verkapselungsbedingungen erhöht wird.

e) Variatoren **16** und **18** für Motor und Getriebe ([Fig. 1](#) und [Fig. 2](#))

[0147] Längs der Reaktorstraßen wird das Material durch Schnecken auf der Motorwelle des Reaktors transportiert. Je schneller sie sich bewegen, umso weniger Material sammelt sich in den Räumen zwischen den Schneekenschaukeln an, und die Geschwindigkeit des Materialtransports ist umso höher. Dadurch wird auch der Teil des Reaktorraums freigelegt, der zur Bildung von Dampfschichten, in denen es zur Verkapselung kommt, notwendig ist.

[0148] Die Verarbeitungskapazität hängt von der Dosierung des Materials ab, die durch Drosselventile **5** und **6** ([Fig. 1](#)) gesteuert wird, oder das Material wird zur Verarbeitung direkt in die zweite Reaktorstraße eingeleitet.

[0149] Viskosere Materialien werden eine geringere Verarbeitungskapazität haben, und trockene Chargen und Feststoffe eine höhere Verarbeitungskapazität. Beim Dosieren viskoser Materialien beträgt die beste Ansammlung von Material in den Schnecken 30%, bei Feststoffen über 50%.

[0150] Die Drehzahl wird geregelt durch Ändern der Anzahl von Umdrehungen der Wellen der Reaktorstraße **15** und **17**; daher ist ein Variator günstiger, der eine breitere Auswahl an Drehzahlen (z.B. 2-70 U/min) hat. Bei der zweiten Reaktorstraße ist dies sogar noch wichtiger, weil hier die abschließenden Teile des Verfahrens ablaufen und die Möglichkeit der Drehzahlregulierung von noch größerer Bedeutung ist; hier sind daher die günstigeren Variatoren mit einem noch größeren Drehzahlbereich (z.B. 2-120 U/min) vorgesehen.

f) Solidifikatauslass

[0151] Nachdem es den Verkapselungsraum, durch die Sperre hindurch, durchlaufen hat, wird das Solidifikat durch die Öffnung **22** auf das Förderband **26** fallen ([Fig. 1](#) und [Fig. 2](#)).

[0152] Das Solidifikat wird weitergeleitet, um auf die Transporteinrichtung oder in einen Behälter weitergeleitet zu werden oder zum Pressen zu Briketts zurückgeleitet zu werden.

[0153] Es ist wichtig, die Komprimierbarkeit des Solidifikats herzustellen, was eine zur Ermittlung der möglichen Presskraft wichtige physikalische Eigenschaft ist.

[0154] Solidifikate aus flüssigem Kohlenwasserstoff sind auf etwa 1/3 des Anfangsvolumens komprimierbar, während vorwiegend aus organischem Abfall bestehende Solidifikate eine geringere Komprimierbarkeit (auf

etwa die Hälfte des Anfangsvolumens) bei derselben Presskraft haben.

[0155] Als maximale Pressung wird der Fall angenommen, wo kein Öl aus dem Solidifikat tropft, wobei diese Drücke im Bereich von 10-15 MPa liegen.

[0156] Bei Drücken über 20 MPa kommt es zum Tropfen ("Schwitzen").

[0157] Beim Austritt aus dem Reaktor steigt die Solidifikattemperatur auf etwa 100-135°C. Noch höhere Temperaturen ergeben sich bei Abfällen, die Phosphorverbindungen oder Mineralsäuren in höheren Konzentrationen oder mit höherem Wassergehalt enthalten.

[0158] Pulversolidifikat kühlt sehr langsam ab, wenn es sich auf über 500 mm angesammelt hat, nämlich um 32-40°C pro Tag. Im gelockerten Zustand (zum Beispiel auf einem Förderband) kühlt es schneller ab (50-60°C pro Tag), und um daraus Briketts zu machen, wird es auf etwa 45°C abgekühlt.

[0159] Solidifikattemperaturen über 135°C am Reaktorausgang sind technologisch ungünstig, und ihr Auftreten wird verhindert, indem die Gewichtsanteile bestimmter Abfälle verändert werden: indem der Gehalt an Calciumhydroxid, Ca(OH)_2 , erhöht wird und der Gehalt an Calciumoxid, CaO , herabgesetzt wird, oder indem die Fließgeschwindigkeit des Materials verändert wird. Die maximale technologische Temperatur für einen sicheren Ablauf des Verfahrens in der zweiten Reaktorstraße wird mit etwa 140°C angenommen.

7. KURZE BESCHREIBUNG DER ANWENDUNG DER ERFINDUNG

[0160] Der Begriff "kommunale Abfälle" bezeichnet eine Gruppe von Abfällen, die von einer Gemeinde an einem bestimmten Ort vorbehaltlich zeitlicher und räumlicher Einschränkungen, unter Überwachung und Kontrolle der Abfälle, mit Kontrollmaßnahmen und unter Verhinderung einer Verunreinigung von Boden, Wasser und Luft und einer Verhinderung von Infektionen, der Freisetzung von Gasen und des In-Brand-geratens der Abfälle deponiert werden.

[0161] Oft werden "nicht-kommunale" Abfälle deponiert, wie zum Beispiel abgelaufene Medikamente, medizinische Präparate und pharmakologische Produkte, feste und flüssige synthetische Materialien, chirurgische Instrumente, Lösungsmittel, Motoröle, Emulsionen, Verdünnungsmittel, Farben und Lacke, Schmiermittel, Schlamm aus Filtersystemen, Asche, etc., was eine vollkommen andere Behandlung und Organisation eines solchen Gebiets und eine vollkommen andere Verarbeitung erfordert.

[0162] Die Grundannahme bezüglich des Anteils spezieller Abfälle an der Gesamtstruktur der Deponie (z.B. Papier 35%, Glas 15%, Kunststoffe 7%, organischer Biomüll 12%, etc.) kann nur als Ausgangswert und durchschnittliche Erwartung angesetzt werden und nicht als zuverlässige Daten für die Konstruktion und Verbesserung einer urbanen "kommunalen" Deponie unter Gesichtspunkten der Hygiene.

[0163] Deponien werden auch mit anderen Abfallsorten beschickt, z.B. mit kommunalen und industriellen flüssigen Abfällen wie zum Beispiel Emulsionen, Lösungsmitteln und Verdünnungsmitteln, gebrauchten Motorölen, Schlämmen, Farben und Lacken, veröltem Wasser, Alkoholen, Säuren, Laugen, künstlichen und synthetischen Flüssigkeiten und Suspensionen, verschiedenen Klebstoffen, Bilgen, etc.

[0164] Die Behandlung des kommunalen Abfalls umfasst die Vorbereitung, Auswahl und Trennung brauchbarer Materialien in mehreren Schritten, wodurch der Grad der Brauchbarkeit wiederverwertbarer Rohstoffe erhöht und die Behandlung durch physikalisch-chemische Verfahren reduziert wird.

[0165] Das Vorhandensein größerer Zahlen verschiedener sperriger Abfallkategorien (Holz, Metall, Glas, Gummi, elektrisches Material, Leder, Stoffe, Kunststoffe etc.) erfordert dieselbe Anzahl verschiedener Müllbehälter. Eine effizientere Art der Lösung dieses Problems in diesem Stadium ist die Trennung dieser sperrigen Abfälle gleich bei ihrer Ankunft.

[0166] Gemäß dieser Erfindung ist die Technologie der Materialauswahl ein getrenntes Verfahren, wobei die Auswahl die folgenden Schritte umfasst:

- Trennung sperriger Abfälle;
- Trennung von Eisen und Stahl, eventuell durch Magnete, und sonstiger Eisen- und Nichteisenmetalle von unterschiedlicher Form (Bleche, Profile, Flaschen) und unterschiedlichem spezifischem Gewicht (Al, Cr, Zn, Cu, Messing, Bronze, etc.), die an der Auswahlstraße durch spezielle Einrichtungen getrennt werden;

- Trennung von Papier, Packpapier, kombiniertem Papier mit ausgeprägteren Formen, das auf Anfeuchten und den Sog von Absaugeinrichtungen reagiert.
- Trennung von Kunststoffen bestimmter Formen und Gewichte, darunter aber auch bestimmte Glassorten ähnlicher Form und Dichte;
- Trennung von Glas und Glasstücken größerer Abmessungen;
- Trennung von Gummi, Stoffen, Leder und ähnlichen Abfällen, die nach ihrem speziellen Gewicht und ihrer speziellen Form getrennt werden;
- der Rest, der hauptsächlich aus organischen, biologisch abbaubaren Materialien, geringen Resten der oben genannten Materialien sowie Wasser, Säuren, Laugen, Staub und Asche, Erde, Schlick und Sand, Schlämmen und Emulsionen, Lösungsmitteln und Suspensionen besteht, wird über ein Förderband zu der Verfestigungsanlage befördert, wo die gesamte Mischung einer physikalisch-chemischen Behandlung unterzogen und schließlich zu festen Blöcken, Platten und Briketts gepresst wird;
- die bei einem Druck von etwa 10-15 MPa gepressten Blöcke werden zum Transport und zur weiteren Verwendung getrennt, so dass es bei dieser Technologie der Auswahl kommunalen Abfalls praktisch keine Rückstände gibt.

[0167] Der einzige "Rückstand" sind der verdampfende Teil der Abfälle (verdampft bei der Verarbeitungstemperatur) und der in der Verfestigungsanlage entstehende Wasserdampf, die gefiltert werden und erst nach dem Waschen von Gasen und Partikeln und Reinigen mittels Kamm- und Schlauchfiltern in die Atmosphäre ausgeleitet werden, um unerwünschte Wirkungen für Natur und Umwelt zu verhindern.

[0168] Die meisten der ausgewählten Materialien, wie z.B. Papier, Kunststoffe, Glas, Metall, Holz, Stoffe, Leder, Gummi, die etwa 30-50 Vol.-% des Abfalls ausmachen, sind nur teilweise als wiederverwertbare Rohstoffe anzusehen, weil dieser Teil der Materialien nur bedingt zur weiteren industriellen Verwertung geeignet ist, hauptsächlich wegen Schmutz (Papier) und Mischungen (Glas, Kunststoffe).

Patentansprüche

1. Verfahren zur Behandlung und Aufbereitung kommunaler und industrieller Abfälle zu verwertbaren Produkten, wobei das Verfahren in den folgenden Stufen durchgeführt wird:

I: Vorbereiten von Abfällen, die nicht nach diesem technologischen Verfahren verarbeitet werden, wie zum Beispiel Trennen sperriger Abfälle (Motorteile, Haushaltsgeräte, Autokarosserien, größere Produkte aus Holz, Gummi, Kunststoff und Glas, Batterien, etc.);

II: Sortieren von Materialien in Gruppen nach Sorte, Dichte und Körnung, durch Sieben in einem Dosierbehälter, durch Zerkleinern, Häckseln oder Zerstampfen, und Erhalten der Grundabfallmischung, die zu verarbeiten ist;

III: Lagern von Grundmaterial zur Verarbeitung nach Sorte, Dichte und Körnung in Behältern (A), (B), (C) und (D), um dieses in eine erste Reaktorstraße (15) zu dosieren, und Lagern von Calciumoxid und Calciumhydroxid als Verfahrenszusätze in Behältern (E) und (F);

wobei das Verfahren gekennzeichnet ist durch die folgenden Stufen:

IV: Aufbereitung der Grund- und Zusatzmaterialmischung, die von den Behältern (A), (B), (C) und (D) durch einen Schüttelrost (1) und eine Dosiervorrichtung (5) in die erste Reaktorstraße (15) geleitet wird, wo die Mischung bei Raumtemperatur nach ihren physikalisch-chemischen Eigenschaften harmonisiert wird und deren Geschwindigkeit von der Dichte der Mischung und der Viskosität des Materials sowie dem Endgehalt der dem jeweiligen technologischen Verfahren zu unterziehenden Mischung abhängt, wobei diese Mischung durch eine Rohrleitung (11) und eine Verwirbelungsvorrichtung (12) in eine zweite Reaktorstraße (17) geleitet wird;

V: Verfahren der Einkapselung der Mischung, die von der ersten Reaktorstraße (15) in die zweite Reaktorstraße (17) geleitet wird, in Vakuumgas unter Zugabe von Verfahrenszusätzen auf Calciumbasis aus den Behältern (E) und (F), wobei es zur exothermen Reaktion bei Temperaturen von 100-135°C und zur molekularen Mikroexplosion kommt, so dass Wasserdampf erzeugt wird, was zu einer intensiven und sehr schnellen Einkapselung der eingeleiteten Mischung in Vakuumgas führt, die von da weiter in verwirbelnde Vakuumverkapselungsvorrichtungen (19) und (20) geleitet wird, die Hohlräume erzeugen, in denen Mikropartikel aus Anionenkomplexen erscheinen, die in der Mitte neuer Moleküle komplexer Calciumverbindungen positioniert sind, was zu ausgewogenen Bedingungen und einer stabilen neuen Molekülsorte in Form von Solidifikaten führt, die als Endprodukt des Verfahrens in Form eines Pulvers mit einer Dichte von 950-975 kg/m³ und einer Temperatur von 80-105°C einen Reaktor durch eine Austrittsöffnung (22) auf ein Förderband (26) verlassen;

VI: Lagern des erhaltenen Solidifikats unter Abkühlung an Luft mit einer Geschwindigkeit von 28-33°C/Tag, wenn es aufgehäuft ist, oder mit einer Geschwindigkeit von 35-38°C/Tag, wenn es lose ist; nach Erreichen der Temperatur von etwa 45°C wird es zu Briketts mit einer Größe von 40 × 30 mm und einer Dichte von 2380-2900 kg/m³ komprimiert, so dass es zu einem Abfall wird, der auf einem kommunalen Müllablageplatz abgelagert

werden kann; wobei dieses pulverförmige Solidifikat infolge seiner Eignung zum Pumpen zur weiteren Verwendung im Tiefbau, zur Energieerzeugung oder als spezielles Schutzmaterial für technische Gebäudesolierungen gegen Einflüsse toxischer, giftiger und radioaktiver Materialien durch Tankfahrzeuge transportiert werden kann.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem Wasserdampf, Gasanteile und Partikel aus dem Verfahren durch Wasser-, Kamm- und Schlauchfilter in ein Reinigungsfiltersystem abgeschieden werden und durch eine Rohrleitung in den Raum zwischen der ersten und der zweiten Reaktorstraße zurückgeführt werden, wo sie sich nach Kondensation mit zugeführten Materialien mischen, was den Austritt von Dampf in die Atmosphäre vermindert.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem in den Stufen II bis VI alle Abfallsorten unabhängig von Zustand, Sorte, Chemikaliengehalt und physikalisch-chemischen Eigenschaften verarbeitet werden können, wenn sie mindestens 5 Vol.-% Kohlenwasserstoffe enthalten oder wenn diese hinzugefügt werden, und wenn der so aufbereiteten Mischung Additive auf Basis von Calciumoxid oder Calciumhydroxid als die einzigen Verfahrenszusätze zur Verarbeitung in der zweiten Reaktorstraße zugesetzt werden.

4. Anlage zur Behandlung und Aufbereitung kommunaler und industrieller Abfälle zu verwertbaren Produkten, in der das in Anspruch 1, 2 oder 3 beschriebene Verfahren durchgeführt werden soll und die aus einer Hilfsanlage zur Abfallvorbereitung und einer Abfallbehandlungsanlage besteht, wobei die Hilfsanlage zur Abfallvorbereitung aus einem Einfülltrichter (33), einer Materialzerkleinerungs- und -lockerungsstraße (35) und einer Transportstraße (36) besteht; und wobei die Behandlungsanlage aus Abfallbehältern (A), (B), (C) und (D) und Verfahrenszusatzbehältern (E) und (F), Abfalldosiervorrichtungen (5), Additivdosiervorrichtungen (6) und einem Förderband (26) besteht, dadurch gekennzeichnet, dass die Hilfsanlage zur Abfallvorbereitung ferner aus einem Motorvariator (34) besteht, und dass die Behandlungsanlage ferner aus einem Schüttelrost (1), einer Abfallverwirbelungsvorrichtung (3), einer ersten Reaktorstraße (15) mit ihrem eigenen Variator (16) für Antriebsmotor und Getriebe, einer Rohrleitung (11) zwischen den Reaktoren, einer Verwirbelungsvorrichtung (12) zwischen den Reaktoren, einer zweiten Reaktorstraße (17) mit ihrem eigenen Variator (18) für Antriebsmotor und Getriebe, welche die verwirbelnde „+“-Vakuumverkapselungsvorrichtung (19) und die verwirbelnde „-“-Vakuumverkapselungsvorrichtung (20) zur Einkapselung in Vakuumgas enthält, und aus einem Filtersystem (23) zur Reinigung von Wasserdampf und Partikeln mit Kondensatrückführkanälen (24) besteht, wobei sich an der zweiten Reaktorstraße Dampfauslässe (25) und ein Solidifikatauslass (22) zu dem Förderband (26) mit einem Solidifikatbehälter (27) befinden.

5. Anlage nach Anspruch 4, bei der die erste Reaktorstraße (15) und die zweite Reaktorstraße (17) Verarbeitungskapazitäten haben, die eine genaue Dosierung von Materialien und eine Regulierung ihrer Drehzahl erlauben, so dass das erforderliche chemische Gleichgewicht des Verfahrens sichergestellt ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

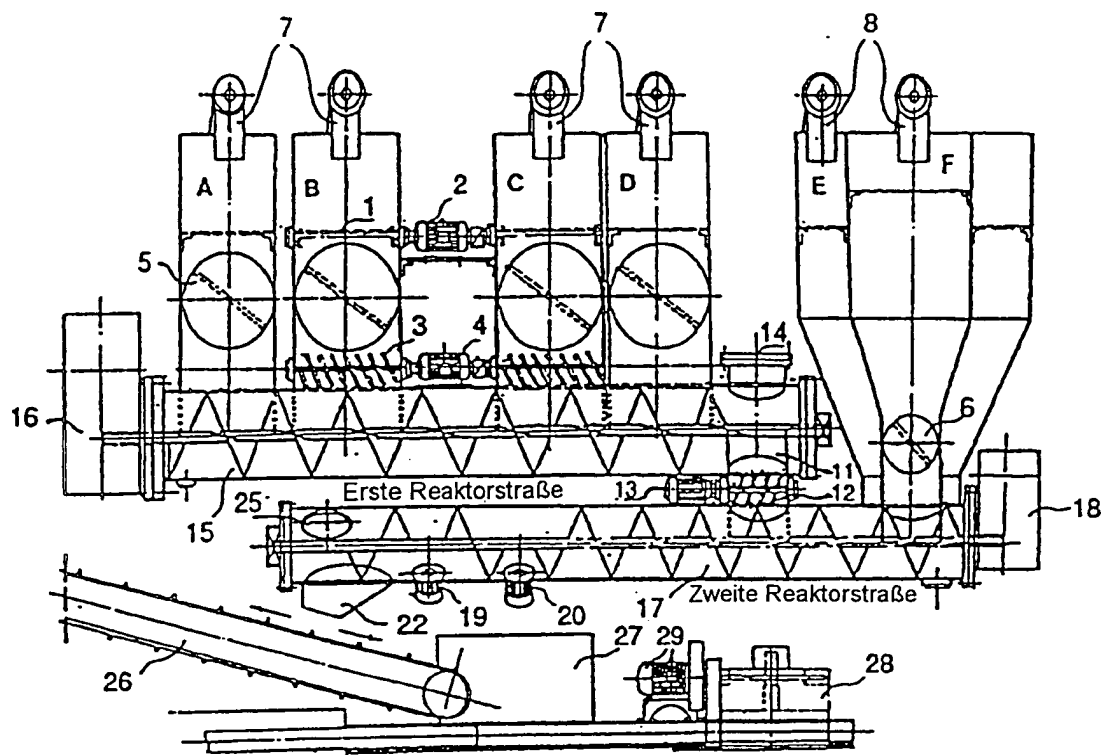


Fig. 1.

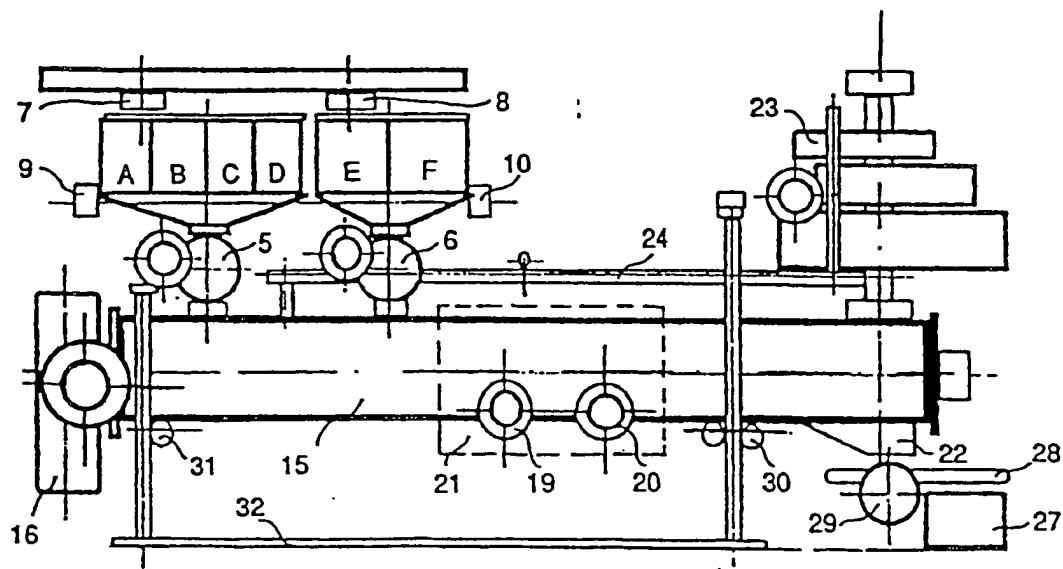


Fig. 2.

