

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
28. Juli 2005 (28.07.2005)

PCT

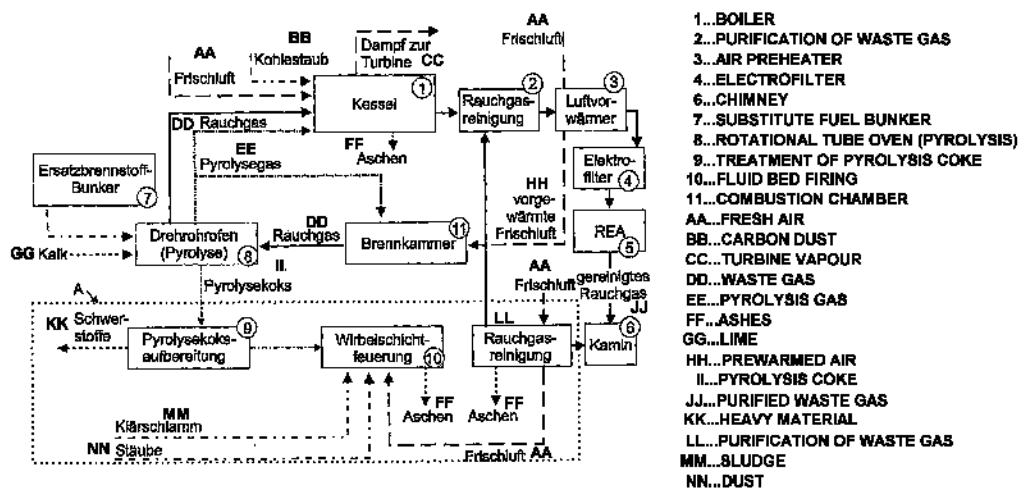
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/068908 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: F23G 5/027, 5/46, 5/20, 5/00 (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BUSACK, Olaf [DE/DE]; Flettnerstr. 3, 27578 Bremerhaven (DE). KRUSE, Ingo [DE/DE]; Thedinghauser Str. 29, 27321 Morsum (DE). SCHU, Reinhard [DE/DE]; Blankenburger 56, 37445 Walkenried (DE). SCHMIDT, Rüdiger [DE/DE]; Am Waldrand 33, 81377 München (DE). BORN, Manfred [DE/DE]; Friedeburger Str. 8b, 09599 Freiberg (DE). BAREUTHER, Ernst [DE/DE]; Lachenweg 16A, 35510 Butzbach (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/050139
- (22) Internationales Anmeldedatum:
14. Januar 2005 (14.01.2005)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2004 002 388.3 15. Januar 2004 (15.01.2004) DE (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SWB ERZEUGUNG GMBH & CO. KG [DE/DE]; Theodor-Heuss-Allee 20, 28215 Bremen (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR THE ENERGETIC USE OF SUBSTITUTE FUELS, PYROLYSIS SYSTEM FOR SUBSTITUTE FUELS AND COMBINED PYROLYSIS AND FIRING SYSTEM FOR FIRING PYROLYSIS GASES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ENERGETISCHEN NUTZUNG VON ERSATZBRENNSTOFFEN, PYROLYSEANLAGE FÜR ERSATZBRENNSTOFFE SOWIE KOMBINATION AUS PYROLYSEANLAGE UND FEUERUNGSANLAGE ZUR VERFEUERUNG VON PYROLYSEGASEN



(57) Abstract: The invention relates to a method for the energetic use of substitute fuels, in particular waste fuels, by means of pyrolysis of the substitute fuels. According to the invention, the produced pyrolysis coke is fired in a firing system (10) which is spatially separated from a point (11) whereon the produced pyrolysis gases are valued. Another aspect of the invention relates to a pyrolysis system for the pyrolysis of substitute fuels and which is used to deliver pyrolysis gases to a pyrolysis gas consumer in order to evaluate the pyrolysis gases. A firing system (10) which is used to fire the produced pyrolysis coke is spatially separated from the pyrolysis gas consumer. The invention further relates to a combined pyrolysis system and firing system (1) which is used to fire the produced pyrolysis gases. Another firing system (10) which is spatially separated from said firing system (1), is used to burn the pyrolysis coke.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/068908 A1



KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

BE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

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

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur energetischen Nutzung von Ersatzbrennstoffen, insbesondere Abfällen, welches eine Pyrolyse der Ersatzbrennstoffe umfasst. Es wird vorgeschlagen, dass der entstehende Pyrolysekoks in einer Feuerungsanlage (10) verfeuert wird, die von der Stelle (11) räumlich getrennt ist, an der die entstehenden Pyrolysegase verwertet werden. Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft eine Pyrolyseanlage zur Pyrolyse von Ersatzbrennstoffen und zur Lieferung von Pyrolysegasen an einen Pyrolysegasverbraucher zur Verwertung der Pyrolysegase, wobei eine Feuerungsanlage (10) zum Verfeuern des entstehenden Pyrolysekoks vorgesehen ist, die vom Pyrolysegasverbraucher räumlich getrennt ist. Schliesslich betrifft die Erfindung eine Kombination aus einer derartigen Pyrolyseanlage und einer Feuerungsanlage (1) zur Verfeuerung der entstehenden Pyrolysegase, wobei eine von dieser Feuerungsanlage (1) räumlich getrennte, weitere, der Verbrennung des Pyrolysekoks dienende Feuerungsanlage (10) vorgesehen ist.

**Verfahren zur energetischen Nutzung von Ersatzbrennstoffen,
Pyrolyseanlage für Ersatzbrennstoffe sowie Kombination aus Pyroly-
seanlage und Feuerungsanlage zur Verfeuerung von Pyrolysegasen**

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur energetischen Nutzung von Ersatz-
brennstoffen, insbesondere Abfällen, das eine Pyrolyse der Ersatzbrennstoffe
6 umfasst. Ferner betrifft die Erfindung eine Pyrolysegasanlage zur Pyrolyse
von Ersatzbrennstoffen und zur Lieferung von bei der Pyrolyse entstehenden
Pyrolysegasen an einen Pyrolysegasverbraucher zur Verwertung der Pyroly-
segase. Schließlich betrifft die Erfindung eine Kombination aus einer derarti-
gen Pyrolyseanlage und einer Feuerungsanlage zur Verfeuerung der entste-
10 henden Pyrolysegasen.

Bekannt ist, Pyrolyseverfahren einzusetzen, um in Kraftwerken Ersatzbrenn-
stoffe zu verfeuern.

15 Unter Ersatzbrennstoffen sollen nachfolgend alle solche brennbaren Gegen-
stände verstanden werden, die aus ihren Rohstoffen nicht zur Verwendung als
Brennstoff hergestellt wurden. Hierunter fallen bspw. Haus- oder Sperrmüll,
Reste aus Sortieranlagen, Abfälle aller Art oder Gewerbeabfälle. Hierbei soll
es keinen Unterschied machen, ob eine Vorbehandlung dieser Gegenstände
20 durchgeführt wurde oder nicht. Als Vorbehandlung kommen beispielsweise
Sieben, Zerkleinern, Pellettieren, Trocknen, Quetschen, Kompostieren oder
Eindampfen in Betracht. Wird beispielsweise Sperrmüll zerkleinert, um die
Beschickung eines Kessels zu erleichtern, so soll sowohl der Sperrmüll, als
auch der zerkleinerte Sperrmüll als Ersatzbrennstoff angesehen werden.

Ein solches Verfahren zur energetischen Nutzung von Ersatzbrennstoffen ist in einem Kohlekraftwerk in der Nähe von Hamm, Deutschland, realisiert worden. Es handelt sich bei diesem Kraftwerk um ein übliches Steinkohlekraftwerk, dem eine Pyrolyseanlage vorgeschaltet ist. Die Ersatzbrennstoffe werden in dieser Pyrolyseanlage zunächst pyrolysiert, wobei Pyrolysegas und Pyrolysekoks entstehen.

Das Pyrolysegas wird zusammen mit der Kohle im Kessel verfeuert, wohingegen der Pyrolysekoks zunächst aufbereitet und dabei von Metallen befreit wird. Anschließend wird er der Kohle zugemischt, in den Kohlemühlen zusammen mit der Steinkohle gemahlen und anschließend ebenfalls im Kessel verbrannt. Auf diese Art und Weise können 10% der Steinkohle durch Ersatzbrennstoffe substituiert werden.

Es ist zu erwarten, dass eine weitere Erhöhung dieses Anteils nicht möglich ist, da die in den Ersatzbrennstoffen enthaltenen Inhaltstoffe zu einem nicht akzeptablen Verschleiß des Kessels führen würden. Eine derartige Erhöhung des Anteils an Ersatzbrennstoffen, z.B. bis hin zu einem in Deutschland gesetzlich zugelassenen Wert von 25%, ist jedoch gewünscht, da dadurch nicht nur die Kosten für die Beschaffung der Steinkohle sinken, sondern andererseits sogar durch die Verwertung der Ersatzbrennstoffe (insbesondere Haus-, Gewerbe- und Sperrmüll) zusätzliche Einnahmen erzielt werden können.

Bekannt sind ferner Müllverbrennungsanlagen, die zum Zweck der Beseitigung von Abfällen aller Art gebaut werden. Dabei wird beispielsweise unter Nutzung des Pyrolyseverfahrens das Schwel-Brenn-Verfahren eingesetzt. Hierbei wird der Müll zunächst pyrolysiert. Aus dem entstehenden Pyrolysekoks werden Eisen und Nichteisenmetalle, sowie inerte Bestandteile ausgesondert. Anschließend wird der verbleibende Rest des Pyrolysekoks zusammen mit dem Schwelgas in einem Kessel verbrannt.

Bei Anlagen, die nach diesem Verfahren betrieben werden, steht - im Gegensatz zu Kraftwerken - der Aspekt der Beseitigung von Müll im Vordergrund. Auch bei Müllverbrennungsanlagen wird der Wärmeinhalt des Mülls beispielsweise zur Stromerzeugung, aber auch zur Fernwärmeerzeugung genutzt. Hierbei handelt es sich jedoch um ein „erwünschtes Nebenprodukt“. Müllverbrennungsanlagen sind insbesondere speziell auf die im Müll enthaltenen aggressiven Substanzen und auf die inhomogene Zusammensetzung hin ausgelegt. So werden beispielsweise im Kessel geringere Dampftemperaturen und -drücke erreicht und ein hoher Luftüberschuss für die Feuerung benötigt. Die Kesselrohre bestehen aus besonders resistenten und damit auch teuren Materialien. Aus den geringeren Dampftemperaturen und -drücken sowie dem hohen Luftüberschuss resultiert ein deutlich geringerer elektrischer und thermischer Wirkungsgrad der Müllverbrennungsanlage im Vergleich zu Kraftwerken.

Nach alledem liegt der Erfindung das technische Problem zugrunde, die Verwertung von Ersatzbrennstoffen zu verbessern.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, bei dem der entstehende Pyrolysekoks in einer Feuerungsanlage verfeuert wird, die von der Stelle räumlich getrennt ist, an der die entstehenden Pyrolysegase verwertet werden.

Das Problem wird ferner durch eine Pyrolyseanlage der eingangs genannten Art gelöst, bei der zumindest eine Feuerungsanlage zur Verfeuerung des entstehenden Pyrolysekoks vorgesehen ist, die vom Pyrolysegasverbraucher räumlich getrennt ist.

Schließlich wird das Problem durch eine Kombination der eingangs genannten Art gelöst, bei der eine von der Feuerungsanlage zur Verfeuerung der entstehenden Pyrolysegase räumlich getrennte, weitere, der Verbrennung des Pyrolysekoks dienende Feuerungsanlage vorgesehen ist.

Bei den Temperaturen, die in den Brennkammern oder Kesseln von Dampfkraftwerken herrschen, sind insbesondere Chlorverbindungen hochgradig aggressiv und führen zu einer schnellen Korrosion der metallischen Komponenten. Der Anteil an Chlorverbindungen ist in Ersatzbrennstoffen in der Regel deutlich höher als beispielsweise in Steinkohle oder Mineralöl.

Bei der Pyrolyse kommt es zu chemischen Reaktionen der Chlorverbindungen mit basischen Bestandteilen des Ersatzbrennstoffes. Es hat sich herausgestellt, dass ein wesentlicher Anteil von aggressiven Chlorverbindungen im entstehenden Pyrolysekoks enthalten ist.

Diese saure Schadgaseinbindung im Drehrohrofen der Pyrolyseanlage durch Zusatz von Basen wird bereits an einer anderen großtechnischen Pyrolyseanlage seit Jahren erfolgreich angewandt; es handelt sich dabei um die Pyrolyseanlage in Burgau, Deutschland, mit einem Durchsatz von etwa 6 Mg/h (siehe EP 0 022 214 B1 und EP 0 819 233 B1).

Dabei erreicht man eine Einbindung des Chlors in Kalk in Form von Calciumchlorid von etwa 80 %, der zusammen mit den festen Pyrolyserückständen ausgetragen wird. Diese noch kohlenstoffhaltigen Rückstände werden bei dieser Anlage nicht thermisch verwertet, sondern in einer Monodeponie abgelagert.

Bei einer Mitverbrennung des Pyrolysekokes mit dem Pyrolysegas würde sich das im Rückstand enthaltene Calciumchlorid mit dem in den entstehenden Rauchgasen immer enthaltenen Wasserdampf bei hohen Verbrennungstemperaturen, bspw. von 1250°C in der o.g. Anlage von Burgau, größtenteils wieder zu Chlorwasserstoff zersetzen und die Chloreinbindung im Drehrohrofen wieder aufheben.

Deswegen wird an der o.g. Anlage in Hamm den Ersatzbrennstoffen kein basisches Material wie bei der Anlage in Burgau zugemischt, da in diesem Fall durch die Zugabe des Feinanteils der Rückstände zur Kohle das gebildete Calciumchlorid in der Feuerung mit dem im Rauchgas vorliegendem Wasser-

dampf sich wieder zu Chlorwasserstoff umsetzen und der Vorteil der Chlorwasserstoff-Einbindung im Drehrohrofen durch Zugabe einer Base wie z. B. Kalk sich damit wieder aufheben würde.

5 Dadurch, dass aber der entstehende Pyrolysekoks erfindungsgemäß in einer Feuerungsanlage verfeuert wird, die von der Stelle räumlich getrennt ist, an der die entstehenden Pyrolysegase verwertet werden, wird ein großer Teil der Schadstofffrachten, insbesondere der Chlorfrachten, von der Stelle ferngehalten, an der die entstehenden Pyrolysegase verwertet werden. Werden die
10 Pyrolysegase bspw. im Kessel eines Steinkohlekraftwerks verfeuert, so wird durch diese Maßnahme die Hochtemperaturchlorkorrosion am Kessel vermindert bzw. erheblich reduziert. Das ist von Vorteil, da die Kessel von Steinkohlekraftwerken regelmäßig nur für die geringen Chlorkonzentrationen in Steinkohler Rauchgasen ausgelegt sind.

15

Das hat zur Folge, dass mit Hilfe der Erfindung der Anteil an Ersatzbrennstoffen am gesamten Brennstoffbedarf deutlich gesteigert werden kann. Durch die im Verhältnis zum Pyrolysekoks relativ geringen Chlorgehalte im Pyrolysegas kann daher das Pyrolysegas in Anlagen verwertet werden, die für Brennstoffe
20 mit niedrigen Chlorgehalten ausgelegt sind, ohne kritische Schädigungen durch Hochtemperaturchlorkorrosion erwarten zu müssen. Wird die Erfindung bspw. in einem mit Kohle, insbesondere Stein- oder Braunkohle, befeuerten Kraftwerk eingesetzt, so kann dadurch die Menge an Kohle verringert werden. Hierdurch ergibt sich eine Ersparnis an Brennstoffkosten. Gleiches gilt auch
25 für den Einsatz der Pyrolysegase in Gas- oder Öl- oder sonstigen fossilen befeuerten Kraftwerken oder Biomassekraftwerken oder Müllverbrennungsanlagen bei entsprechender Rauchgasreinigung. Werden als Ersatzbrennstoffe Abfälle, insbesondere Müll eingesetzt, so können zusätzliche Erlöse realisiert werden.

30

Insgesamt ermöglicht somit die Erfindung die Verbesserung der energetischen Nutzung von Ersatzbrennstoffen, insbesondere in Kraftwerken. Ferner können in Müllverbrennungsanlagen dank niedriger Anteile an Schadstofffrachten die

Dampfparameter erhöht und die Luftzahl verringert werden, wodurch der Wirkungsgrad derartiger Anlagen erhöht werden kann.

5 Unter der Verwertung der Pyrolysegase ist nicht ausschließlich eine Verfeuerung in einem Kessel zu verstehen. Andere Möglichkeiten sind bspw. der Einsatz zur Ofenbeheizung in Zementwerken, Ziegelsteinwerken, Kalkwerken oder Glaswerken. Da in den Pyrolysegasen insbesondere Kohlenwasserstoffverbindungen enthalten sind, ist auch ein Einsatz zur Synthese, in Reduktionsprozessen und in der chemischen Industrie möglich.

10

Bevorzugt werden die Pyrolysegase in einem Kohlekraftwerk, insbesondere einem trockenentaschten Steinkohlekraftwerk, verfeuert. Bei Kohlekraftwerken ist der Abzug der Asche ein wichtiger Einflussfaktor. Es haben sich zwei wichtige Bauarten durchgesetzt: die trockenentaschte Bauweise und die Schmelzkammerfeuerung.

15

Bei Schmelzkammerfeuerungen liegt die Temperatur im Kessel oberhalb des Schmelzpunktes der Asche, so dass die Aschepartikel aufschmelzen und sich zu einem großen Teil an den Kesselwänden als Schlacke niederschlagen, abfließen und über ein Wasserbad abgezogen werden. Es hat sich dabei herausgestellt, dass insbesondere stark chlorhaltige Rauchgase und Aschen mit hohem Alkali- und Erdalkaligehalten zu einem großen Verschleiß am Kessel führen. Ersatzbrennstoffe weisen häufig eine hohe Konzentration an Chlorverbindungen, Alkalien und Erdalkalien, sowie einen insgesamt hohen Aschegehalt, auf. Aus diesem Grund kann in Schmelzkammerfeuerungen bei Einsatz eines Verfahrens nach dem Stand der Technik nur ein geringer Anteil an Ersatzbrennstoffen eingesetzt werden. Dank der Erfindung gelangt aber wegen des Verbleibs eines wesentlichen Anteils von Chlorverbindungen im Pyrolysekoks nur ein geringer Anteil derartiger Verbindungen in die gemeinsame Verfeuerungsstelle von Primärbrennstoffen (z.B. Kohle) und Pyrolysegas, nämlich den Kessel, so dass ein höherer Anteil an Ersatzbrennstoffen eingesetzt werden kann, ohne einen erhöhten Verschleiß des Kessels befürchten zu müssen.

20

25

30

Bei der zweiten wichtigen Bauform von Kohlekraftwerken, den trockenentaschen Kohlekraftwerken, liegt die Temperatur im Feuerraum unterhalb der Schmelztemperatur der Asche. Es schlägt sich daher an der Innenseite des Kessels keine flüssige Schlacke nieder. Die Kesselrohre kommen direkt in Kontakt mit den heißen Rauchgasen. In diesem Fall spielt die Chlorkonzentration im Rauchgas und Alkali- und Erdalkalikonzentration in der Asche ebenfalls eine wichtige Rolle für den Verschleiß der Kesselrohre. Um einen vorzeitigen Verschleiß zu verhindern, muss die Konzentration an Chlor in den Rauchgasen und Alkali- und Erdalkalikonzentration in der Asche möglichst gering gehalten werden. Dadurch, dass beim erfindungsgemäßen Verfahren ein Großteil der Chlor-, Alkali- und Erdalkalifracht im Pyrolysekoks verbleibt und nur geringe Anteile ins Pyrolysegas übergehen, kann auch hier der Anteil an Ersatzbrennstoffen gesteigert werden, ohne dass eine erhöhte Chlorkorrosion im Kessel zu befürchten ist.

Der Kessel bei trockenentaschten Kohlekraftwerken ist zudem empfindlich gegenüber basischen Aschen. Ersatzbrennstoffe enthalten oft einen besonders hohen Anteil an basische Aschen bildenden Stoffen. Da diese beim erfindungsgemäßen Verfahren im Pyrolysekoks gebunden sind und vom Pyrolysegas getrennt verfeuert werden, wird einer aus basischen Aschen entstehenden Korrosionsgefahr vorgebeugt.

Neben der Hochtemperaturkorrosion stellt bei Feuerungsanlagen mit Entstickungskatalysator, ausgeführt als High-Dust- DeNO_x-Anlage, die Deaktivierung des Katalysators ein großes Problem bei der Mitverbrennung von Ersatzbrennstoffen dar. Durch die Pyrolyse verbleiben die Katalysatorgifte wie z.B. Phosphat, Fluorwasserstoff, Arsen, Vanadium, Selen im Pyrolysekoks, so dass das Pyrolysegas somit frei von Katalysatorgiften mitverbrannt werden kann.

Ferner ist es vorteilhaft, dass die Pyrolysegase zu Beheizung eines Ofens, insbesondere eines Zementofens eingesetzt werden. In der Zementherstel-

lung werden bereits seit langer Zeit Ersatzbrennstoffe verwertet. Es hat sich jedoch gezeigt, dass es dabei zu einem hohen Übertritt von Chromverbindungen und anderen umweltrelevanten Schwermetallen aus den verwendeten Ersatzbrennstoffen in den Zement kommt, was nicht erwünscht ist. Bei der Erfindung verbleibt ein Großteil der Schwermetall- und damit auch Chromfracht im Pyrolysekoks, so dass das Pyrolysegas nur einen geringen Schwermetall- und damit Chromanteil aufweist. Aus diesem Grund kommt es bei der Beheizung eines Zementofens mit Pyrolysegas nur zu einer geringen Schwermetall- und damit Chromanreicherung im Zement. Damit kann der Anteil an Ersatzbrennstoffen an der Gesamtbrennstoffmenge erhöht werden, ohne dass die Schwermetall- und damit Chromkonzentration im Zement zunimmt.

Auch bei Kohlekraftwerken spielt die Verwertung der Filterstäube eine immer wesentlichere Rolle bei der Auswahl der einzusetzenden Ersatzbrennstoffe. Negative Beeinflussung der Filterstäube durch die Mitverbrennung von Ersatzbrennstoffen kann durch das erfindungsgemäße Verfahren wesentlich reduziert werden.

Neben der reduzierten Belastung der Feststoffe an Schwermetallen bei einer Nutzung von Pyrolysegas in einer Feuerungsanlage im Vergleich zum direkten Einsatz der Ersatzbrennstoffe, kann auch die reduzierte Emissionsfracht an Schwermetallen im Rauchgas der Feuerungsanlage von Pyrolysegas entscheidend für eine Genehmigung zur Mitverbrennung sein.

Es hat sich gezeigt, dass der Austrag von Schadstoffen aus den Ersatzbrennstoffen in das Pyrolysegas dann besonders niedrig ist, wenn die Pyrolyse bei einer Temperatur kleiner oder gleich 550°C durchgeführt wird.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden als Ersatzbrennstoffe Siedlungsabfälle, insbesondere Haus- oder Sperrmüll und/oder daraus hergestellte brennbare Fraktionen eingesetzt. Derartige Siedlungsabfälle fallen in großer Menge an und müssen regelmäßig aufgrund gesetzlicher Vorgaben entsorgt oder verwertet werden. Aus diesem Grund wird für die Entsor-

gung derartiger Siedlungsabfälle ein Entgelt gezahlt. Gleichzeitig weisen derartige Siedlungsabfälle jedoch einen Heizwert auf, der zur Substitution von Primärenergieträgern verwendet werden kann. Es ergibt sich somit bei der Verwendung von Siedlungsabfällen ein doppelter Kostenvorteil; einerseits werden Brennstoffkosten gespart, andererseits wird für die Entsorgung der Siedlungsabfälle Entgelt gezahlt.

Um die Ersatzbrennstoffe möglichst vollständig zu pyrolysieren, ist es vorteilhaft, für die gute Durchmischung zu sorgen. Eine gute Durchmischung führt zusätzlich dazu, dass ein besonders hoher Anteil an säurebildenden Substanzen, wie Chlor- oder Schwefelverbindungen, mit säurebindenden Substanzen, wie basischen Verbindungen, in Kontakt kommt. Es ist daher bevorzugt, die Pyrolyse in einem Drehrohrofen, insbesondere einem indirekt beheizten Drehrohrofen durchzuführen.

Aufgrund der relativen Schadstoffarmut der Pyrolysegase kann zur Heizung des Pyrolyseofens Pyrolysegas eingesetzt werden. So wird Erdgas gespart, das ansonsten für die Beheizung eingesetzt werden müsste. Es ist daher bevorzugt, dass der Drehrohrofen mit wenigstens einem Teil des Pyrolysegases beheizt wird.

Vorzugsweise wird der bei der Pyrolyse entstehende Pyrolysekoks aus dem Drehrohrofen trocken austragen. Unter einem trockenen Austrag ist dabei zu verstehen, dass der Pyrolysekoks nach dem Verlassen des Drehrohrofens kein Wasserbett passiert, wie es beim sog. nassen Austrag der Fall ist. Vorteilhaft hieran ist, dass im weiteren Verlauf des Verfahrens keine zusätzliche Energie zum Verdampfen des Wassers aufgewendet werden muss.

Bei der Pyrolyse können einzelne Bestandteile des Ersatzbrennstoffs miteinander verklumpen. Das ist unerwünscht, da derartige Klumpen einerseits eine im Verhältnis zum Volumen geringe Oberfläche haben und daher nur langsam pyrolysieren. Andererseits müssen derartige Klumpen vor einer Verfeuerung des Pyrolysekoks aufwändig zerkleinert werden. Es ist daher bevorzugt, Ket-

ten im Pyrolyseofen vorzusehen. Dadurch wird die Verklumpung des Ersatzbrennstoffs bei der Pyrolyse verringert. Durch die selektive Zerkleinerungswirkung der Ketten wird bevorzugt Pyrolysekoks zerkleinert.

5 In einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass der bei der Pyrolyse entstehende Pyrolysekoks mittels eines Windsichters in eine im wesentlichen aus inertem Material bestehende Schwerfraktion und eine kohlenstoffreiche Feinfraktion aufgetrennt wird. Es hat sich herausgestellt, dass die Schwerfraktion direkt deponiert bzw. Baumaterialien zugeschlagen werden kann. Alternativ können zunächst die hierin enthaltenen Metallanteile abgetrennt und
10 der Wiederverwertung zugeführt werden. Da durch die selektive Zerkleinerungswirkung der Ketten diese Schwerfraktion wenig Kohlenstoffverbindungen enthält, wird dem Stoffstrom zudem nur wenig Heizwert entzogen.

15 Es ist bevorzugt vorgesehen, dass der Pyrolysekoks in einer Wirbelschichtanlage verfeuert wird. Hierdurch erreicht man bspw. im Vergleich zu Rostfeuerungen einen höheren Wirkungsgrad und besseren Abbrand. Durch die selektive Zerkleinerungswirkung der Ketten und der Klassierung durch die Windsichtung ist eine weitere Aufbereitung des Pyrolysekokes vor der Wirbelschichtverbrennung nicht erforderlich.
20

Vorteilhafterweise wird der Pyrolysekoks in einer zirkulierenden Wirbelschichtanlage verfeuert, die insbesondere einen Fließbettkühler aufweist.

25 Vorteilhaft ist, wenn Schlämme, insbesondere Klär- und/oder Industrieschlämme und/oder -stäube zusammen mit dem Pyrolysekoks verfeuert werden. Klärschlämme fallen in großen Mengen an. Sie enthalten teilweise Schadstofffrachten, so dass ein Ausbringen auf Feldern oder eine andere direkte Entsorgung in der Natur unerwünscht sind. Eine bezüglich der Schadstofffrachten günstige Lösung ist die Verbrennung. Aufgrund des hohen Wassergehalts ist die Verbrennung von Klärschlämmen in der Regel nur unter Energieaufwand möglich. Bei der Klärschlammverbrennung muss daher entweder eine vorhergehende thermische Trocknung durchgeführt oder mit einem
30

Stützfeuer während der Verbrennung gearbeitet werden. Wird der Klärschlamm zusammen mit dem Pyrolysekoks verbrannt, so können die Energiekosten für diese Stützfeuerung oder eine vorhergehende thermische Trocknung eingespart werden.

5

Je nach Mischungsverhältnis von Pyrolysekoks, feuchten Schlämmen, wie bspw. Klärschlämmen, und ggf. heizwertreichen Stäuben und geeigneten Ersatzbrennstoffen kann eine Feuerraumtemperatur im Wirbelschichtofen von 850°C - 900°C eingestellt werden, wodurch keine der Korrosion ausgesetzten Heizflächen im Feuerraum benötigt werden. Die Energienutzung erfolgt somit über die Abkühlung der Rauchgase nach dem Wirbelschichtofen über einen Abhitzekessel. Der erzeugte Dampf kann am Standort der Pyrolysegasverwertung genutzt werden. Zusätzlich oder statt der Dampferzeugung kann über einen Luftvorwärmer heiße Frischluft für die Brennkammer zur Erzeugung von Rauchgasen zur Pyrolysebeheizung erzeugt werden. Eine weitere Variante sieht zusätzlich zur Abkühlung der Rauchgase über einen Dampferzeuger die weitere Abkühlung der Rauchgase durch einen Gasvorwärmer vor der Rauchgasreinigung und Wiederaufheizung durch den Gasvorwärmer nach der Rauchgasreinigung vor. Die heißen Rauchgase können dann vorzugsweise dem Kohlekraftwerk vor der Frischluftvorwärmung des Kraftwerks zugeführt werden. Der Wärmeinhalt der Rauchgase kann dann als vorgeheizte Frischluft für die Beheizung der Pyrolyse wieder entnommen werden. Somit kann die Energie aus der Pyrolysekoksverbrennung teilweise wieder für die Beheizung der Pyrolyse genutzt werden.

25

Vorteilhaft ist neben der Energieverschiebung durch den Luftvorwärmer des Kraftwerks, in dem das Pyrolysegas verbrannt wird, auch die Mitnutzung der Rauchgasreinigung des Kraftwerks für die teilgereinigten Rauchgase aus der Pyrolysekoksverbrennung.

30

Es ist daher vorteilhaft, dass sich die Pyrolyseanlage in einem kleinen räumlichen Abstand von der Feuerungsanlage befindet, in der der Pyrolysekoks ver-

feuert wird. Insbesondere ist bevorzugt, dass der Pyrolysekoks pneumatisch zur Feuerungsanlage gefördert wird.

Wie oben beschrieben, spielt die im Pyrolysegas enthaltene Schadstofffracht, und hier insbesondere die Chlorfracht, eine entscheidende Rolle für die Verwendbarkeit des Pyrolysegas. Es wurde gefunden, dass die Chlorkonzentration in Pyrolysegas zum Teil deutlich gesenkt werden kann, wenn während der Pyrolyse Säurebinder, wie bspw. Kalk, zugesetzt werden. Während der Pyrolyse binden diese Säurebinder die entstehenden gasförmigen Halogenverbindungen unter der Bildung von Halogeniden und Schwefelverbindungen unter der Bildung u.a. von Sulfiden und Sulfaten. Insbesondere werden gasförmige Chlorverbindungen durch die Bildung von Chloriden gebunden. Es ist daher bevorzugt, dass während der Pyrolyse der Ersatzbrennstoffe wenigstens ein anorganischer Säurebinder, insbesondere Kalk, zugegeben wird.

Bei einer weiteren Ausführungsform ist eine Pyrolysegasanlage als Vorschaltanlage für ein Dampfkraftwerk vorgesehen. Eine derartige Vorschaltanlage dient zur Auf- oder Nachrüstung eines bereits bestehenden Dampfkraftwerks, bspw. eines Steinkohlekraftwerks, so dass ein höherer Anteil an Ersatzbrennstoffen eingesetzt werden kann.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

- Figur 1 ein schematisches Blockdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens und
Figur 2 einen Ausschnitt aus dem Blockdiagramm nach Figur 1.

Ein in Figur 1 schematisch dargestellter Kessel 1 wird mit Kohlestaub und Frischluft versorgt und unterscheidet sich in dieser Hinsicht nicht von einem Kessel eines herkömmlichen, fossil befeuerten Kraftwerks. Es handelt sich bei dem Kessel 1 bspw. um einen trockenentaschten Zweizugkessel mit einer Kohlestaubtangentialfeuerung. Derartige Kessel werden in Leistungsgrößen

von ca. 100 MW bis hin zu etlichen hundert Megawatt, bspw. 700 MW, gebaut. Der zum Betrieb des Kessels 1 notwendige Kohlestaub wird aus Steinkohle durch Kohlemühlen hergestellt. Er wird zusammen mit der Frischluft in die Feuerräume eingeblasen und bei rund 1100°C verbrannt. Die bei der
5 Verbrennung entstehende Wärme erhitzt das Speisewasser in den Rohren des Kessels 1, das dadurch auf über 500°C, bspw. 535°C erhitzt wird. Das Speisewasser steht dabei unter einem Druck von über 8 MPa, bspw. 9,5 MPa.

Die durch die Verbrennung entstehenden Rauchgase verlassen den Kessel 1
10 und gelangen in die Rauchgasreinigungseinrichtung 2. Diese besteht bspw. aus einer High-Dust- DeNOx-Anlage, also einer Entstickungsanlage, welche bspw. mit Wabenkatalysatoren auf drei Ebenen bestückt ist. Hinter der DeNOx-Anlage ist ein Dreh-Luftvorwärmer 3 angeordnet, der die Rauchgase von 370° auf 130°C bis 150°C abkühlt. Danach erfolgt eine weitere Rauchgasrei-
15 nigung über ein zweistufiges Elektrofilter 4. Im Elektrofilter 4 werden Aschepartikel mittels elektrostatischer Felder aus dem Rauchgas entfernt. Hinter dem Elektrofilter 4 wird das Rauchgas über einen hier nicht dargestellten Gasvorwärmer (GAVO) auf ca. 80 °C abgekühlt und in eine einstufige Rauchgasentschwefelungsanlage (REA) 5 eingeleitet. Durch Eindüsen von Kalksuspension werden in der REA 5 Schwefeloxide und Halogensäuren gebunden,
20 indem sie mit dem Kalk zu Gips und Kalziumhalogeniden reagieren. Das wasserdampfgesättigte Reingas wird nach der REA 5 vor der Einleitung in den Kamin 6 über den nicht dargestellten GAVO von 45 °C auf ca. 105 °C wieder aufgeheizt. Das Reingas wird über den Kamin 6 in die Atmosphäre abgeleitet.

25 Hinsichtlich der bisher beschriebenen Eigenschaften unterscheidet sich die Anlage nicht von herkömmlichen Anlagen.

Die zusätzlich in der Anlage zu verfeuernden Ersatzbrennstoffe werden in einem hier nicht eingezeichneten Ersatzbrennstoffeingangsbunker aufgenommen und dort gelagert. Die Ersatzbrennstoffe werden bspw. in Ballenform, pelletiert, in Presscontainern oder als lose Schüttung angeliefert und über einen nicht eingezeichneten Kübellift dem Ersatzbrennstoffbunker 7 zugeführt.

Die Lagerkapazität des Ersatzbrennstoffeingangsbunkers liegt bei drei Voll-
lasttagen, die des Ersatzbrennstoffbunkers 7 bei ca. 1 Volllaststunde.

5 Aus dem Ersatzbrennstoffbunker 7 gelangt der Ersatzbrennstoff in den Dreh-
rohrföfen 8. Im Drehrohrföfen 8 wird er mit Kalk versetzt und bei einer Tempe-
ratur von 550°C unter einem Unterdruck von etwa 1 kPa gegenüber dem je-
weiligen Atmosphärendruck pyrolysiert. Um zu verhindern, dass Pyrolysegas
aus dem Drehrohrföfen entweicht oder Luft in den Drehrohrföfen eintritt, erfolgt
die Beschickung mittels einer luftdichten Doppelschleuse.

10

Während der Pyrolyse bedingt der zugegebene Kalk, dass Säurebildner, ins-
besondere Halogene und Chalkogene, und hier wiederum insbesondere Flu-
or-, Chlor- und Schwefelverbindungen, unter Bildung von entsprechenden
Kalziumverbindungen reagieren und dadurch gebunden werden.

15

Bei der Pyrolyse entstehen Pyrolysegas und Pyrolysekoks. Der Pyrolysekoks
gelangt in die Pyrolysekoksaufbereitungseinrichtung 9, die in Figur 2 detaillier-
ter dargestellt ist und weiter unten erläutert wird.

20

Das Pyrolysegas gelangt teilweise, d.h. in einem ersten Teilstrom, in eine den
Drehrohrföfen 8 beheizende Brennkammer 11, wo es mit vorgewärmter Frisch-
luft verbrannt wird. Die heißen Rauchgase dienen der Heizung des Drehrohr-
föfens 8. Ein zweiter Teilstrom des Pyrolysegases gelangt in den Kessel 1 und
wird dort zusammen mit dem Kohlestaub verbrannt. Die aus der Brennkam-
25 mer 11 zur Heizung des Drehrohrföfens 8 verwendeten Rauchgase werden
nach dem Passieren des Drehrohrföfens ebenfalls in den Kessel 1 geleitet.

30

Sollte aufgrund einer Betriebsstörung das Pyrolysegas weder in der Brenn-
kammer 11, noch im Kessel 1 zu verfeuern sein, so wird es über eine hier
nicht eingezeichnete Notbrennkammer verfeuert und dann über einen separa-
ten Kamin abgegeben.

Der im Drehrohrföfen entstehende Pyrolysekoks gelangt, wie Figur 2 zeigt, in die Pyrolysekoksaufbereitung 9. Die verwertbaren Fraktionen aus der Pyrolysekoksaufbereitung 9 werden anschließend in einer Wirbelschichtfeuerung 10 ggf. zusammen mit Klärschlamm und anderen Stäuben verbrannt. Der in Figur 1 mit A gekennzeichnete Bereich in Figur 1 wird nachfolgend anhand von Figur 2 näher erläutert.

Der aus der Pyrolyse stammende Pyrolysekoks wird zunächst mittels einer Kühlschnecke 12 gekühlt. Der gekühlte Pyrolysekoks gelangt danach in einen Windsichter 13, in dem eine kohlenstoffreiche Leichtfraktion und Schwerstoffe anfallen. Die Schwerstoffe werden nach der Metallabscheidung deponiert oder als mineralische Zuschlagstoffe in Baumaterialien verwendet.

Die kohlenstoffreiche Leichtfraktion wird in einem Bunker 14 zwischengelagert. In einem Klärschlamm-Bunker 16 wird Klärschlamm und in einem Staub-Bunker 17 werden Stäube zwischengelagert.

Leichtfraktion, Klärschlamm und Stäube werden in die zirkulierende Wirbelschichtfeuerung 18 eingebracht. Das Mischungsverhältnis der vier Komponenten richtet sich dabei nach dem Brennwert von Leichtfraktion, sowie dem Staub bzw. den Stäuben einerseits und dem Wassergehalt und dem Brennwert des Klärschlammes andererseits, sowie nach der jeweiligen Verfügbarkeit der Stoffe. Die Mischung wird dabei so gewählt, dass sichergestellt ist, dass keine Stützfeuerung vonnöten ist. Zusätzlich zu den genannten Stoffen können auch Ersatzbrennstoffe, beispielsweise Altfette oder Altöle, aber auch Tiermehl oder Petrolkoks oder geeignete andere Ersatzbrennstoffe in der Wirbelschichtfeuerung verbrannt werden.

Die bei der Wirbelschichtfeuerung entstehenden Rauchgase passieren zunächst einen Dampferzeuger 19. Der so erhaltene Dampf wird zum Hilfsdampfsystem geleitet, wodurch am Turbosatz der auch vom Kessel 1 mit Frischdampf versorgt wird, Entnahmedampf eingespart wird und somit Strom erzeugt wird. Nach Austreten aus dem Dampferzeuger 19 tritt das abgekühlte

Rauchgas in einen Gasvorwärmer 20 ein, in dem es die Frischluft für die zirkulierende Wirbelschichtfeuerung 18 vorwärmt. In einem nachfolgenden Multi-Zyklon 21 wird ein Großteil der Flugasche aus dem Rauchgas entfernt. Das Rauchgas tritt anschließend in ein Gewebefilter 22 ein, wo weitere feste Bestandteile entfernt werden. Anschließend wird das vorgereinigte Rauchgas der
5 Rauchgasreinigung 2 zugeleitet.

Um den Quecksilber- und Dioxingehalt des Rauchgases weiter zu reduzieren, kann zwischen dem Multi-Zyklon 21 und dem Gewebefilter 22 ein weiterer
10 Luftvorwärmer vorgesehen sein, der das Rauchgas abkühlt. Anschließend kann mit entsprechenden Absorptionsmitteln, wie bspw. Natriumbikarbonat, Kalk, Herdofenkoks oder Aktivkohle die Konzentration an Schadstoffen im Rauchgas weiter reduziert werden. Das so behandelte Rauchgas wird in diesem Fall anschließend in dem Luftvorwärmer wieder aufgeheizt, in dem es vor
15 dem Eintritt in die zusätzliche Reinigung abgekühlt wurde, und auf diese Weise der Rauchgasreinigung 2 zugeführt.

Mit dem genannten Verfahren ist es möglich, vorgegebene Emissionsgrenzwerte einzuhalten und zudem besondere Anforderungen der Abfallablagere-
20 rungsverordnung zu erfüllen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur energetischen Nutzung von Ersatzbrennstoffen, insbesondere Abfällen, das eine Pyrolyse der Ersatzbrennstoffe umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass
5 der entstehende Pyrolysekoks in einer Feuerungsanlage (10) verfeuert wird, die von der Stelle (11) räumlich getrennt ist, an der die entstehenden Pyrolysegase verwertet werden.
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Pyrolysegase in einem Kohlekraftwerk, insbesondere einem Steinkohlekraftwerk, verfeuert werden.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Pyrolysegase zur Beheizung eines Ofens, insbesondere eines Zementofens, eingesetzt werden.
- 20 4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ersatzbrennstoffe Siedlungsabfälle, insbesondere Haus-, Gewerbe- oder Sperrmüll, und/oder daraus hergestellte brennbare Fraktionen sind.
- 25 5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Pyrolyse in einem Drehrohrofen (8), insbesondere einem indirekt beheizten Drehrohrofen, durchgeführt wird.
6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Drehrohrofen (8) mit wenigstens einem Teil des Pyrolysegases beheizt wird.
- 30 7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Pyrolyse entstehender Pyrolysekoks aus dem Drehrohrofen (8) trocken ausgetragen wird.

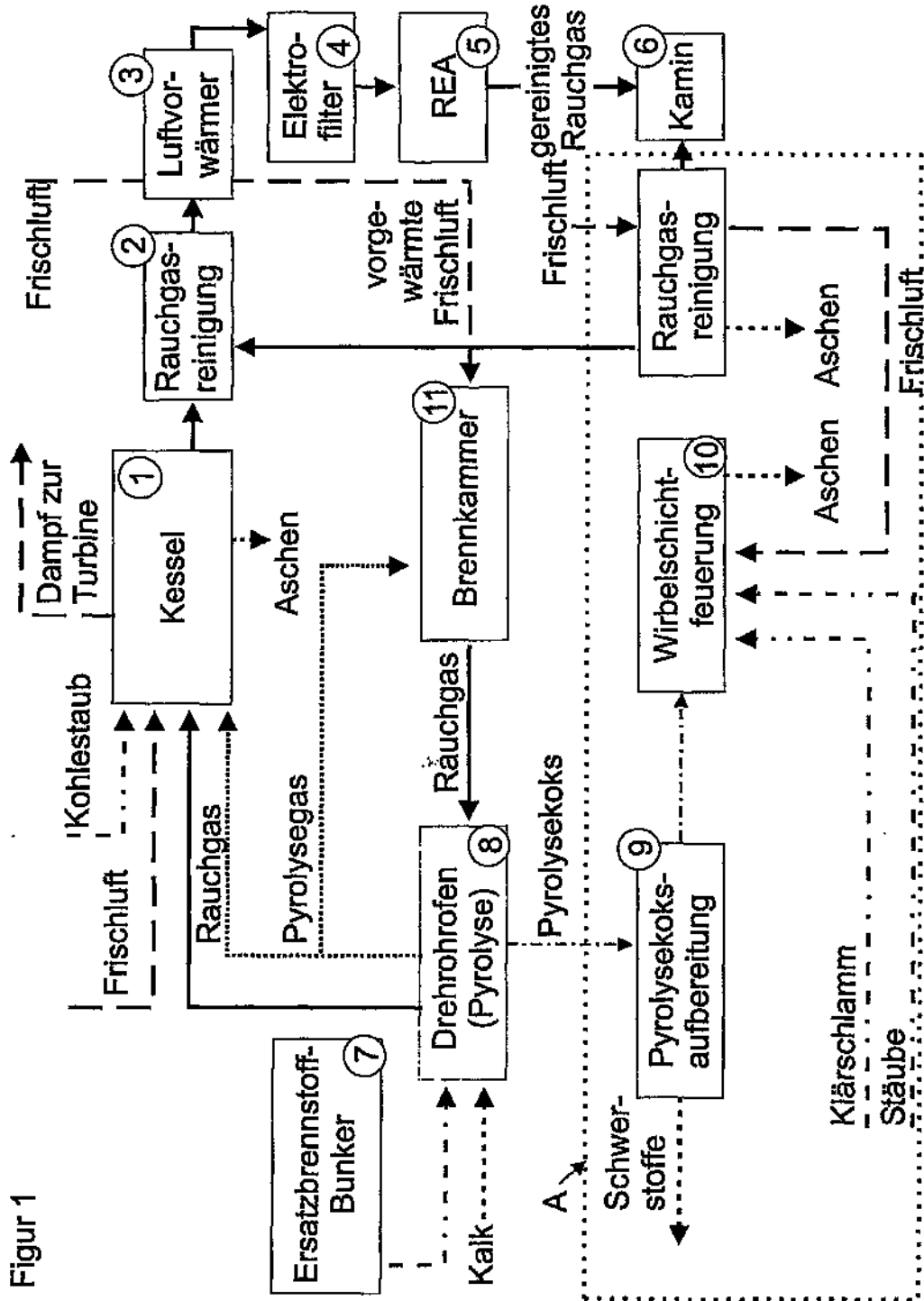
8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der bei der Pyrolyse entstehende Pyrolysekoks mittels eines Windsichters (13) in eine im Wesentlichen aus inertem Material bestehende Schwerfraktion und eine kohlenstoffreiche Feinfraktion aufgetrennt wird.
- 5
9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Pyrolysekoks in einer Wirbelschichtanlage (10) verfeuert wird.
- 10
10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Pyrolysekoks in einer zirkulierenden Wirbelschichtanlage (10) verfeuert wird.
- 15
11. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Pyrolysekoks in einer zirkulierenden Wirbelschichtanlage (10) mit Fließbettkühler verfeuert wird.
- 20
12. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Schlämme, insbesondere Klär- und/oder Industrieschlämme, und/oder Stäube zusammen mit dem Pyrolysekoks verfeuert werden.
- 25
13. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die entstehenden Rauchgase energetisch genutzt werden.
- 30
14. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die bei der Pyrolysekoksverfeuerung frei werdende Energie zur Beheizung der Pyrolyse bzw. des Pyrolyseofens (8) indirekt durch mittels bei der Pyrolysekoksverfeuerung entstehender heißer Rauchgase vorgeheizte Frischluft und/oder direkt durch diese, insbe-

sondere einer Vorreinigung unterzogenen, heißen Rauchgase genutzt wird.

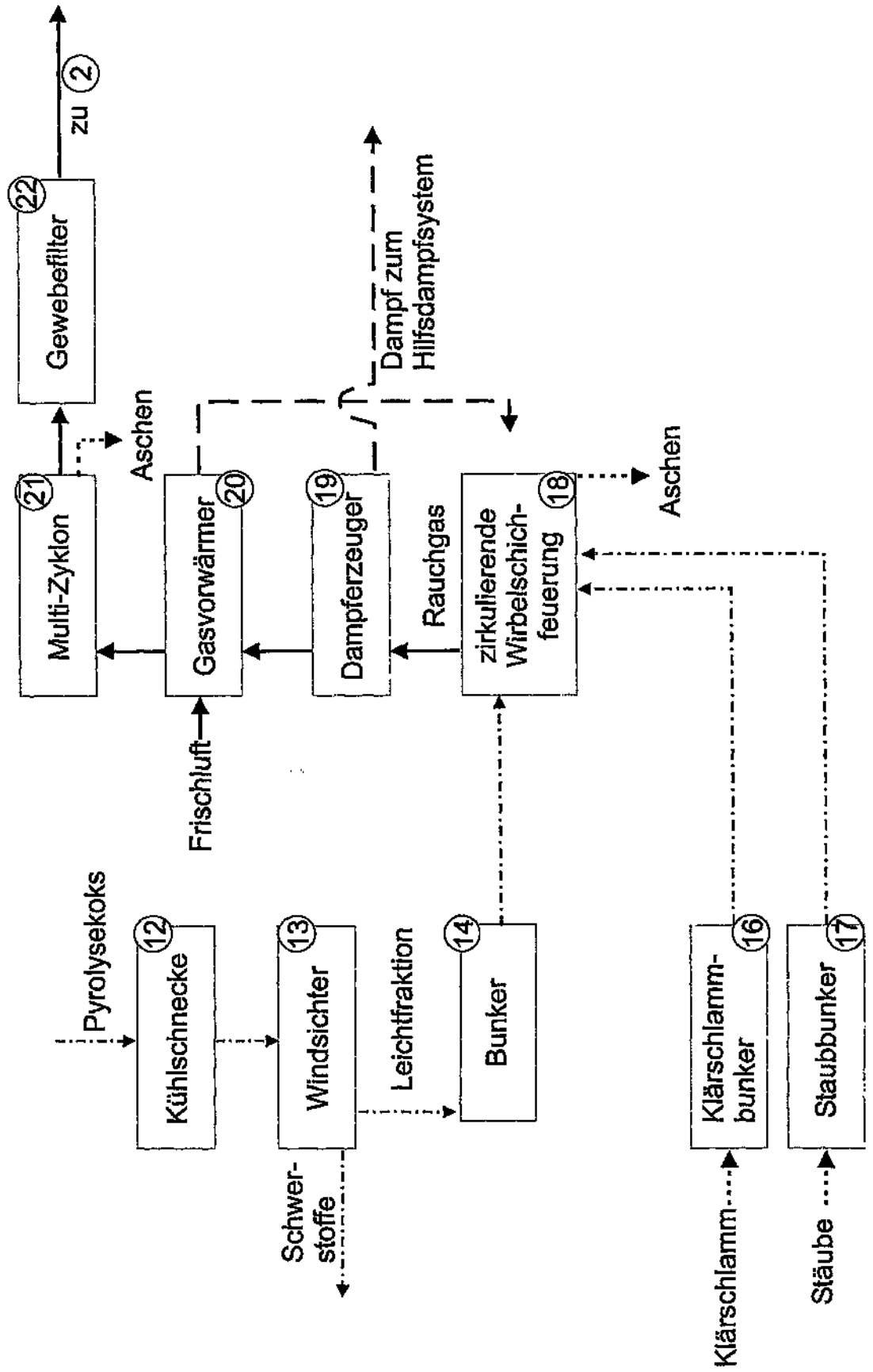
- 5 15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die, insbesondere vorgereinigten, Rauchgase, die bei der Verfeuerung des Pyrolysekoks entstehen, in eine Rauchgasreinigung (2) der Feuerungsanlage (1) eingeleitet werden, in der das Pyrolysegas verfeuert wird.
- 10 16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Pyrolysegasentstaubung anfallender Zyklonstaub ohne weitere Abschlussorgane über ein Förderorgan, insbesondere eine Förderschnecke oder Rutsche, in einen Bereich einer mit dem Pyrolyseofen (8) in Verbindung stehenden Beruhigungskammer, der über eine Trockenschüttung des Pyrolysekokes abgeschlossen ist,
15 zurückgeführt wird.
17. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass während der Pyrolyse der Ersatzbrennstoffe wenigstens
20 ein anorganischer Säurebinder, insbesondere Kalk, zugegeben wird.
18. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Pyrolysekoks pneumatisch zur Feuerungsanlage gefördert wird.
25
19. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Pyrolyse bei einer Temperatur kleiner oder gleich 550°C durchgeführt wird.
- 30 20. Pyrolyseanlage zur Pyrolyse von Ersatzbrennstoffen und zur Lieferung von bei der Pyrolyse entstehenden Pyrolysegasen an einen Pyrolysegasverbraucher zur Verwertung der Pyrolysegase, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Feuerungsanlage (10)

zum Verfeuern des entstehenden Pyrolysekoks vorgesehen ist, die vom Pyrolysegasverbraucher räumlich getrennt ist.

- 5 21. Pyrolyseanlage nach Anspruch 20, gekennzeichnet durch einen Pyrolyseofen (8) zur Durchführung der Pyrolyse und durch in den Pyrolyseofen (8) eingebaute Ketten für eine selektive Zerkleinerung von Ersatzbrennstoffen und/oder Pyrolysekoks während der Pyrolyse.
- 10 22. Pyrolyseanlage nach Anspruch 20 oder 21, gekennzeichnet durch Mittel zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 20.
- 15 23. Pyrolyseanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie als Vorschaltanlage für ein Dampfkraftwerk ausgebildet ist.
- 20 24. Kombination aus einer Pyrolyseanlage nach einem der Ansprüche 20 bis 23 und einer Feuerungsanlage (1) zur Verfeuerung der entstehenden Pyrolysegase, wobei eine von dieser Feuerungsanlage (1) räumlich getrennte, weitere, der Verbrennung des Pyrolysekoks dienende Feuerungsanlage (10) vorgesehen ist.
- 25 25. Kombination nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass sie ein Kraftwerk ist.



Figur 1



Figur 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/050139

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 F23G5/027 F23G5/46 F23G5/20 F23G5/00

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 IPC 7 F23G

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

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

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 728 196 A (MARTIN ET AL) 17 March 1998 (1998-03-17)	1, 4-6, 12, 13, 15, 17, 19, 20, 22, 24
Y	column 1, lines 6-17 column 2, line 67 - column 3, line 64 column 5, line 4 - line 45; figure 2	2, 3, 8, 16, 18
X	EP 1 312 662 A (CIRAD-FORET) 21 May 2003 (2003-05-21)	1, 7, 14
A	the whole document	9, 10
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

Date of mailing of the International search report

4 May 2005

12/05/2005

Name and mailing address of the ISA
 European Patent Office, P.B. 5018 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Coll, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/050139

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 101 959 A (BRONICKI ET AL) 15 August 2000 (2000-08-15) column 4, line 18 - column 6, line 51; figures 2,4	1,9-11, 13,20, 22-25
X	FR 2 754 883 A (TRAIDEC SA) 24 April 1998 (1998-04-24) the whole document	1
Y	DE 195 10 390 A1 (SIEMENS AG, 80333 MUENCHEN, DE) 26 September 1996 (1996-09-26) column 4, line 41 - column 5, line 62; figure A	2,8,18
Y	US 4 640 681 A (STEINBISS ET AL) 3 February 1987 (1987-02-03) column 6, line 35 - line 47; figure 3	3
Y	WO 00/71934 A (VEAG VEREINIGTE ENERGIEWERKE AG; DUBSLAFF, ECKHARD; SANDER, HANS-JOACH) 30 November 2000 (2000-11-30) page 6, line 8 - line 14; figure 1	16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP2005/050139

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 5728196	A	17-03-1998	FR 2722436 A1	19-01-1996
			AT 184692 T	15-10-1999
			CN 1120472 A , C	17-04-1996
			DE 69512152 D1	21-10-1999
			DE 69512152 T2	05-01-2000
			EP 0692677 A1	17-01-1996
			HU 75857 A2	28-05-1997
			PL 309591 A1	22-01-1996
EP 1312662	A	21-05-2003	EP 1312662 A2	21-05-2003
US 6101959	A	15-08-2000	EP 0694737 A1	31-01-1996
			JP 8170822 A	02-07-1996
FR 2754883	A	24-04-1998	FR 2754883 A1	24-04-1998
			AT 244381 T	15-07-2003
			AU 4873397 A	15-05-1998
			CA 2268359 A1	30-04-1998
			CN 1234106 A	03-11-1999
			DE 69723279 D1	07-08-2003
			EP 0934489 A1	11-08-1999
			ES 2202587 T3	01-04-2004
			WO 9817950 A1	30-04-1998
			US 6244199 B1	12-06-2001
			DE 19510390	A1
US 4640681	A	03-02-1987	DE 3330667 A1	14-03-1985
			DE 3415211 A1	24-10-1985
			EP 0141932 A2	22-05-1985
			ES 8505076 A1	16-07-1985
			JP 60089614 A	20-05-1985
			DK 176785 A	22-10-1985
WO 0071934	A	30-11-2000	DE 19925011 A1	07-12-2000
			DE 10027200 A1	29-11-2001
			WO 0071934 A1	30-11-2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/050139

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F23G5/027 F23G5/46 F23G5/20 F23G5/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F23G

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 728 196 A (MARTIN ET AL) 17. März 1998 (1998-03-17)	1, 4-6, 12, 13, 15, 17, 19, 20, 22, 24
Y	Spalte 1, Zeilen 6-17 Spalte 2, Zeile 67 - Spalte 3, Zeile 64 Spalte 5, Zeile 4 - Zeile 45; Abbildung 2	2, 3, 8, 16, 18
X	EP 1 312 662 A (CIRAD-FORET) 21. Mai 2003 (2003-05-21)	1, 7, 14
A	das ganze Dokument	9, 10
	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

4. Mai 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

12/05/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. S1 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Coli, E

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 101 959 A (BRONICKI ET AL) 15. August 2000 (2000-08-15) Spalte 4, Zeile 18 - Spalte 6, Zeile 51; Abbildungen 2,4	1,9-11, 13,20, 22-25
X	FR 2 754 883 A (TRAIDEC SA) 24. April 1998 (1998-04-24) das ganze Dokument	1
Y	DE 195 10 390 A1 (SIEMENS AG, 80333 MUENCHEN, DE) 26. September 1996 (1996-09-26)	2,8,18
A	Spalte 4, Zeile 41 - Spalte 5, Zeile 62; Abbildung A	
Y	US 4 640 681 A (STEINBISS ET AL) 3. Februar 1987 (1987-02-03) Spalte 6, Zeile 35 - Zeile 47; Abbildung 3	3
Y	WO 00/71934 A (VEAG VEREINIGTE ENERGIEWERKE AG; DUBSLAFF, ECKHARD; SANDER, HANS-JOACH) 30. November 2000 (2000-11-30) Seite 6, Zeile 8 - Zeile 14; Abbildung 1	16

INTERNATIONALES RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/050139

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5728196	A	17-03-1998	FR 2722436 A1	19-01-1996
			AT 184692 T	15-10-1999
			CN 1120472 A ,C	17-04-1996
			DE 69512152 D1	21-10-1999
			DE 69512152 T2	05-01-2000
			EP 0692677 A1	17-01-1996
			HU 75857 A2	28-05-1997
			PL 309591 A1	22-01-1996
			EP 1312662	A
US 6101959	A	15-08-2000	EP 0694737 A1	31-01-1996
			JP 8170822 A	02-07-1996
FR 2754883	A	24-04-1998	FR 2754883 A1	24-04-1998
			AT 244381 T	15-07-2003
			AU 4873397 A	15-05-1998
			CA 2268359 A1	30-04-1998
			CN 1234106 A	03-11-1999
			DE 69723279 D1	07-08-2003
			EP 0934489 A1	11-08-1999
			ES 2202587 T3	01-04-2004
			WO 9817950 A1	30-04-1998
			US 6244199 B1	12-06-2001
			DE 19510390	A1
US 4640681	A	03-02-1987	DE 3330667 A1	14-03-1985
			DE 3415211 A1	24-10-1985
			EP 0141932 A2	22-05-1985
			ES 8505076 A1	16-07-1985
			JP 60089614 A	20-05-1985
			DK 176785 A	22-10-1985
WO 0071934	A	30-11-2000	DE 19925011 A1	07-12-2000
			DE 10027200 A1	29-11-2001
			WO 0071934 A1	30-11-2000