



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.06.2020 Patentblatt 2020/23

(51) Int Cl.:
F23K 1/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19211050.0**

(22) Anmeldetag: **22.11.2019**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

• **CLL Chemnitzer Laborleistungen GmbH**
09114 Chemnitz (DE)

(72) Erfinder:
• **Trümper, Silvia**
09131 Chemnitz (DE)
• **Hensel, Elke**
09128 Chemnitz (DE)

(30) Priorität: **26.11.2018 DE 102018129745**

(74) Vertreter: **Steiniger, Carmen**
Patentanwaltskanzlei Dr. Steiniger
Reichsstraße 37
09112 Chemnitz (DE)

(71) Anmelder:
• **eins energie in sachsen GmbH & Co. KG**
09111 Chemnitz (DE)

(54) **FEUERUNGSVERFAHREN IN EINEM KRAFTWERK**

(57) Die Erfindung betrifft ein Feuerungsverfahren in einem Kraftwerk, das wenigstens eine Mühle, einen mit der wenigstens einen Mühle verbundenen Dampferzeuger mit einem Brennraum und eine dem Dampferzeuger nachgeschaltete Rauchgasreinigungsanlage aufweist, welche wenigstens eine Filtereinrichtung und eine der Filtereinrichtung nachgeschaltete Rauchgasentschwefelungsanlage aufweist, wobei in der wenigstens einen Mühle Rohkohle zu Kohlestaub gemahlen wird, der Kohlestaub in dem Brennraum verbrannt wird, durch die dabei entstehende Wärme Dampf in dem Dampferzeuger erzeugt wird und das in dem Brennraum entstehende

Rauchgas in die Rauchgasreinigungsanlage geleitet wird, wo das Rauchgas in der Filtereinrichtung gefiltert wird, wobei Filterasche als Abprodukt anfällt, und aus dem gefilterten Rauchgas in der Rauchgasentschwefelungsanlage Schwefel und/oder wenigstens eine Schwefelverbindung abgeschieden wird. Um den löslichen Bariumgehalt in der Filterasche zu senken, wird bei dem Verfahren ein pumpfähiger, sulfathaltiger Schlamm und/oder eine sulfathaltige Modellsuspension der wenigstens einen Mühle zugeführt, darin zusammen mit der Rohkohle gemahlen, dem Brennraum zugeführt und mit dem Kohlestaub verbrannt.

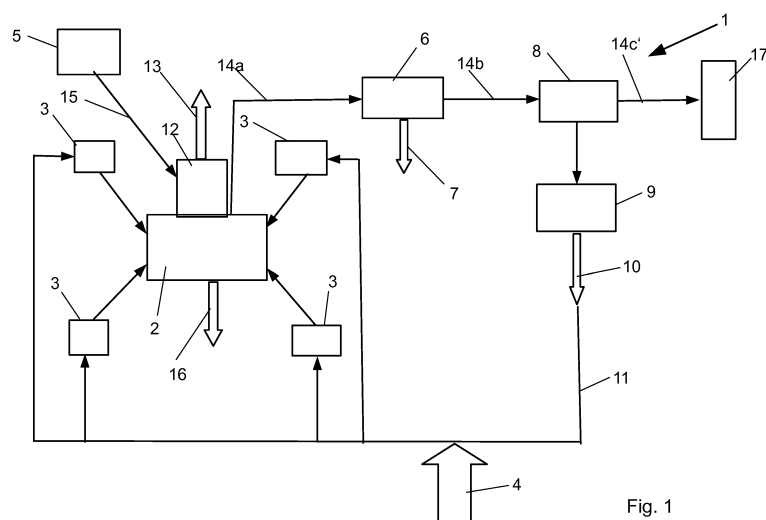


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Feuerungsverfahren in einem Kraftwerk, das wenigstens eine Mühle, wenigstens einen mit der wenigstens einen Mühle verbundenen Dampferzeuger mit einem Brennraum und eine dem Dampferzeuger nachgeschaltete Rauchgasreinigungsanlage aufweist, welche wenigstens eine Filtereinrichtung und wenigstens eine der Filtereinrichtung nachgeschaltete Rauchgasentschwefelungsanlage aufweist, wobei in der wenigstens einen Mühle Rohkohle zu Kohlestaub gemahlen wird, der Kohlestaub in dem Brennraum verbrannt wird, durch die dabei entstehende Wärme Dampf, das heißt Wasserdampf oder Sattedampf oder Heißdampf, in dem Dampferzeuger erzeugt wird, das in dem Brennraum entstehende Rauchgas in die Rauchgasreinigungsanlage geleitet wird, wo das Rauchgas in der Filtereinrichtung gefiltert wird, wobei Filterasche als Abprodukt anfällt, und aus dem gefilterten Rauchgas in der Rauchgasentschwefelungsanlage Schwefel und/oder wenigstens eine Schwefelverbindung abgeschieden wird.

[0002] Rohkohle ist in der vorliegenden Erfindung vorzugsweise Rohbraunkohle, kann aber auch Rohsteinkohle sein. Die Verbrennung der Rohkohle wird vereinfacht in der vorliegenden Erfindung als Kohleverbrennung bezeichnet. Rohkohle ist ein Naturprodukt. Die im Verlauf der Erfindungsbeschreibung noch angeführten Gew.-%-Anteile beziehen sich immer auf diese Rohkohle, die neben reinem Kohlenstoff noch weitere Bestandteile, wie auch Wasser, das Oberflächenwasser und hygroskopisches Wasser aufweist, enthält.

[0003] Das erfindungsgemäße Feuerungsverfahren beinhaltet neben der eigentlichen Verbrennung der Rohkohle, auch die Schritte der Vorbehandlung und Zuführung der Brennstoffe zum Brennkessel und die Schritte der Aufarbeitung der Verbrennungsabprodukte. Das erfindungsgemäße Feuerungsverfahren ist eine spezielle Ausgestaltung der im Stand der Technik als Staubfeuerung bekannten Kohleverbrennung.

[0004] Bei der Staubfeuerung von Rohbraunkohle im Brennraum eines Dampferzeugers fällt unter anderem als Reststoff Filterasche an. Filterasche ist auch als Flugasche bekannt. Die Filterasche befindet sich im aus dem Brennkessel austretenden Rauchgas und wird, da sie sehr fein ist, regelrecht mit dem Rauchgas mitgerissen.

[0005] Diese Filterasche wird beispielsweise über einen Elektrofilter aus dem bei der Kohleverbrennung entstehenden Rauchgas abgeschieden, zu einem Silo transportiert und nach einer Verladung zur Verwertung oder Entsorgung gebracht.

[0006] Neben der Filterasche entsteht bei der Verbrennung der Rohkohle Nassasche, welche typischerweise aus dem Brennraum in eine Trichterschräge fällt, in einem Wasserbad abgelöscht und über ein Kratzerband ausgetragen wird.

[0007] Filterasche kann grundsätzlich verwertet werden, wobei die Filterasche beispielsweise als Zuschlags-

stoff in der Bodenaufbereitung oder bei Verfüllungen von Untertageanlagen verwendet werden kann. Ist keine Verwertung der Filterasche möglich, wird die Filterasche auf Deponien entsorgt.

[0008] Die Filterasche wird dazu nach verschiedenen Kriterien untersucht, bevor deren Verwertung oder Entsorgung erlaubt werden kann. Wird die Filterasche über eine Deponie entsorgt, gelten die Bestimmungen der Annahmekriterien des Deponiebetreibers bzw. die Gesetzmöglichkeiten wie die Deponieverordnung oder die Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen (LAGA). Dabei wird nach Deponieklassen, den Zulassungskriterien der LAGA und der Festlegung von Schlüsselparametern vorgegangen.

[0009] Ein Grenzwert nach Deponieverordnung und Schlüsselparameter ist der Bariumgehalt des Filterscheeluates. So sind in den Verbrennungsrückständen von Kraftwerken, wie der Filterasche, leicht lösliche Bariumsalze enthalten, die aufgrund ihrer Löslichkeitsprodukte sehr leicht bis leicht durch ein Eluierungsmittel, wie Wasser, in Lösung gehen. Ist der jeweils vorgegebene Grenzwert für Barium in einem Filterscheeluat überschritten, wird die Erlaubnis zur Entsorgung der jeweiligen Filterasche beispielsweise auf einer Deponie nach Deponiekategorie 2 entzogen. Das heißt, die jeweilige Filterasche kann dann nur auf einer anderen Deponie, beispielsweise nach Deponiekategorie 3, unter erheblichem finanziellen Mehraufwand entsorgt werden. Zudem besteht die Gefahr, dass die Filterasche bei erhöhtem eluierbaren Bariumgehalt hinsichtlich der Abfallschlüsselnummer von "unbedenklich" in "gefährlich" einzustufen ist.

[0010] Es gibt einen Ansatz im Stand der Technik, den Bariumgehalt im Eluat in der bei Heizkraftwerken anfallenden Filterasche dadurch zu senken, dass die Filterasche unter Einwirkung von Kohlendioxid gealtert wird, wobei Bariumverbindungen in schwerlösliche Salze umgewandelt werden. Der hierfür notwendige Zeitaufwand ist jedoch aus logistischer und damit wirtschaftlicher Sicht nicht vertretbar.

[0011] Die Druckschrift WO 89 / 07 974 A1 offenbart ein Verfahren zur Reinigung von Rauchgasen, die bei der Kohleverbrennung in einem mit pulverisierter Kohle befeuerten Heizkraftwerk entstehen. Ziel des Verfahrens ist es, die Schwefeldioxidabsorptionskapazität der im Rauchgas befindlichen Flugasche mittels deren Modifikation zu erhöhen. Das bei der Kohlestaubverbrennung entstehende Rauchgas wird zunächst zu einem Vorheizer geführt, der Wärme aus dem Rauchgas wieder der Kohleverbrennung zuführt. Dann durchläuft das Rauchgas einen elektrostatischen Filter, in dem die Flugasche aus dem Rauchgas gefiltert und in ein Gefäß abgeleitet wird, in dem die Flugasche mit Wasser vermischt wird. Die entstehende wässrige Suspension wird daraufhin einer Mühle zugeführt und darin gemahlen. Dann wird die gemahlene, wässrige Flugaschesuspension einem weiteren Gefäß zugeführt, in dem die gemahlene, wässrige Flugaschesuspension mit Branntkalk oder Löschkalk

vermischt wird und damit unter Ausbildung von Calciumsilikaten auf der Oberfläche der Flugaschepartikel reagiert.

[0012] Die entstehende Mischung wird nach einer Wartezeit einer Trocknungseinheit zugeführt, welche die Mischung in Pulverform verlässt. Dieses Pulver wird mittels Druckluft in einen Container geblasen, von dem aus das Pulver einem divergierenden Gefäßteil zugeführt wird, in dem es mit dem Rauchgas durchmischt wird. Danach folgt in einem Reaktionsteil eine Reaktion zwischen dem Pulver und den sauren Gasen, insbesondere Schwefeldioxid, in dem Rauchgas, womit also Schwefel bzw. Schwefelverbindungen aus dem Rauchgas abgetrennt werden.

[0013] Die Druckschrift US 2017/0113085 A1 beschäftigt sich mit der Behandlung von Flugasche, die bei der Kohleverbrennung in einem kohlegefeuerten Kraftwerk anfällt. Dabei wird zunächst Natrium-haltige Flugasche erzeugt, indem in den Rauchgasstrom ein Natrium-haltiges Sorptionsmittel injiziert wird. Dann wird die Natrium-haltige Flugasche mit Anhydrit und mit einem Additiv, wie z. B. Strontiumhydroxid und/oder Dolomit-Kalkstein und/oder Eisensulfat, versetzt. Anschließend wird die so behandelte Flugasche getrocknet. Mit dem beschriebenen Verfahren soll der Natriumgehalt in der Flugasche reduziert, die Alkalinität der Flugasche reduziert und/oder ein Eluieren von Schwermetall(en), wie Selen oder Arsen, aus der Flugasche vermindert werden.

[0014] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, den löslichen Bariumgehalt in der bei Kraftwerken anfallenden Filterasche auf wirtschaftliche Weise zu senken.

[0015] Diese Aufgabe wird durch ein Feuerungsverfahren in einem Kraftwerk, wie einem Heizkraftwerk, einem Industriekraftwerk, einem Kondensationskraftwerk oder einem Kohlekraftwerk, das wenigstens eine Mühle, wenigstens einen mit der wenigstens einen Mühle verbundenen Dampferzeuger mit einem Brennraum und eine dem Dampferzeuger nachgeschaltete Rauchgasreinigungsanlage aufweist, welche wenigstens eine Filtereinrichtung und wenigstens eine der Filtereinrichtung nachgeschaltete Rauchgasentschwefelungsanlage (REA) aufweist, gelöst, wobei in der wenigstens einen Mühle Rohkohle zu Kohlestaub gemahlen wird, der Kohlestaub in dem Brennraum verbrannt wird, durch die dabei entstehende Wärme Dampf in dem Dampferzeuger erzeugt wird und das in dem Brennraum entstehende Rauchgas in die Rauchgasreinigungsanlage geleitet wird, wo das Rauchgas in der Filtereinrichtung gefiltert wird, wobei Filterasche als Abprodukt anfällt, und aus dem gefilterten Rauchgas in der Rauchgasentschwefelungsanlage (REA) Schwefel und/oder wenigstens eine Schwefelverbindung abgeschieden wird, und wobei ein pumpfähiger, sulfathaltiger Schlamm und/oder eine pumpfähige, sulfathaltige Lösung oder Suspension, der und/oder die in der vorliegenden Erfindung unabhängig von der Art seiner/ihrer Gewinnung als Dünnschlamm bezeichnet wird, der wenigstens einen Mühle zugeführt

wird, darin zusammen mit der Rohkohle gemahlen, dem Brennraum zugeführt wird und mit der Rohkohle verbrannt wird.

[0016] Als Ergebnis dieses Verfahrens kann der leicht lösliche, umweltschädliche Bariumgehalt im Eluat der Filterasche durch die Zuführung des Dünnschlammes so weit abgesenkt werden, dass die Filterasche bei deren Verwertung oder Entsorgung als unbedenklich eingestuft werden kann. Das in dem Dünnschlamm befindliche Sulfat, beispielsweise Kalziumsulfat, geht bei dem Verbrennungsprozess eine chemische Bindung mit dem in der Rohkohle befindlichen Barium ein, wobei der Gehalt von leicht löslichen Bariumverbindungen in der Filterasche gesenkt wird. Bei diesem Prozess entsteht stattdessen das schwerlösliche Bariumsulfat. Durch diese Verbindung ist Barium aus der Filterasche weniger löslich und damit nicht aus der Filterasche in Wasser eluierbar und dadurch auch nicht nachweisbar. Das Bariumsulfat geht weder bei der Eluierung zur analytischen Nachweisführung noch in der Realität nach Ablagerung des Kraftwerkabfalls auf einer Deponie in Folge von Regenereignissen in Lösung. Damit ist ein Eindringen von Barium ins Grundwasser nahezu ausgeschlossen.

[0017] Der Dünnschlamm kann aufgrund seiner Pumpfähigkeit beispielsweise über Rohre und den Einsatz von Pumpen einfach der wenigstens einen Mühle und von dort aus dem Verbrennungszyklus zugeführt werden. Zudem ist der Dünnschlamm gut dosierfähig und kann daher zu einem bestimmten, vorteilhaften Prozentsatz der zu verbrennenden Rohkohle beigefügt werden.

[0018] In der wenigstens einen Mühle wird der Dünnschlamm mit der Rohkohle gemahlen. Das dabei entstehende Mahlgut wird in den Brennraum eines Brennkessels geblasen und darin in einer Schwebel verbrannt. Als Mühle(n) kann/können in der vorliegenden Erfindung beispielsweise eine/mehrere Nassventilatormühle(n) genutzt werden. Die Rohkohle kann, bevor sie der wenigstens einen Mühle zugeführt wird, noch in einer Vorzerkleinerung, wie einer Prallhammermühle, vorzerkleinert werden.

[0019] Neben Rohkohle und Dünnschlamm können in dem Brennraum auch noch weitere Stoffe, wie beispielsweise Klärschlamm und/oder Ersatzbrennstoffe, verbrannt werden.

[0020] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Dünnschlamm, der der wenigstens einen Mühle zugeführt wird, darin gemahlen wird, dem Brennraum zugeführt wird und gemeinsam mit dem Kohlestaub verbrannt wird, dadurch gewonnen, dass in der Rauchgasentschwefelungsanlage in einem Waschvorgang SO_2 abgeschieden und mit einem Kalksteinprodukt zu Gips umgesetzt wird, der Gips entwässert wird und aus einer dabei entstehenden Entwässerungssuspension der Dünnschlamm gefällt und separiert wird.

[0021] In der bei dieser Verfahrensausführung verwendeten Rauchgasentschwefelungsanlage des Kraftwerkes werden Schwefeldioxidbestandteile aus dem

Rauchgas bei einem Waschprozess in einem Quencher und Absorber mit einer Kalksteinmehlsuspension aufgelöst. Bei der damit einhergehenden Gipsproduktion, dessen Waschprozess und Gipsentwässerung, entsteht die oben erwähnte Entwässerungssuspension, die eine sulfathaltige Suspension ist. In einer Abwasseraufbereitungsanlage (ARA) des Kraftwerkes wird nachfolgend die Entwässerungssuspension aufbereitet, indem der Dünnschlamm mit wenigstens einem Fällungsmittel aus der Entwässerungssuspension gefällt und im Kompaktklärer als Dünnschlamm separiert wird, wobei als Abwasser Klarwasser entsteht.

[0022] Ein erster Teil dieses Dünnschlammes wird wieder dem Absorber zugeführt. Ein zweiter Teil des Dünnschlammes wird jedoch ausgeschleust. Dieser zweite Teil des Dünnschlammes wurde früher entweder einer Nassentsorgung des Kraftwerkes oder einem Vakuumbandfilter des Kraftwerkes, mit dessen Hilfe Gips abgezogen wurde, zugeführt.

[0023] In der vorliegenden Erfindung wird dieser zweite Teil des Dünnschlammes über wenigstens eine Dosierleitung mittels wenigstens einer Pumpe zu der wenigstens einen Mühle, das heißt, zu der wenigstens einen Kohlemühle, gepumpt. Die noch ungemahlene Rohkohle wird mit dem Dünnschlamm entweder noch in der Dosierleitung, vorzugsweise kurz vor der Mühle, oder in der Mühle benetzt. Die Rohkohle wird mit dem Dünnschlamm in der Mühle zu Staub vermahlen und dann in die Brennkammer bzw. den Brennraum zur Verbrennung eingeblasen. Die beim Verbrennungsprozess entstehende Filterasche nimmt das Sulfat auf und bindet Barium ein. Im Filterascheeluat kann dann eine starke Minderung des löslichen Bariumgehalts nachgewiesen werden.

[0024] Diese Form der erfindungsgemäßen Verfahrensführung besitzt mehrere vorteilhafte Effekte. Zum einen kann der bei der Rauchgaswäsche, also in der hier verwendeten Rauchgasentschwefelungsanlage, sowie so anfallende Dünnschlamm gleich vorteilhaft weiterverwertet werden und direkt von einem Abproduktausgang der Abwasserreinigungsanlage zu der wenigstens einen Mühle geleitet und bei der Kohleverbrennung zur Bariumreduktion in der dabei anfallenden Filterasche genutzt werden.

[0025] Der bei der in der Rauchgasentschwefelungsanlage erfolgenden SO_2 -Abscheidung anfallende Dünnschlamm musste früher auch auf geeignete Weise entsorgt werden, weshalb er, wie oben angeführt, zum Beispiel auf ein Gipsband gegeben wurde. Der auf den Gips aufgebraachte Dünnschlamm verfestigte sich jedoch rasch zu einer Schicht auf dem Gips, wodurch sich der von dem Gipsband abgenommene Gips schwerer entwässern ließ und zum Teil höhere Restfeuchten aufwies, welche für die Qualität des Gipses nachteilig sein können. So müssen dann beispielsweise beim Verwertungsprozess längere Trockenzeiten eingeplant werden. Ein solches Vorgehen ist nun nicht mehr notwendig, da der Dünnschlamm erfindungsgemäß der Kohleverbrennung

zugegeben wird. Entsprechend kann als Nebeneffekt der vorliegenden Erfindung auch die Gipsqualität des mit Hilfe der SO_2 -Abscheidung produzierten Gipses verbessert werden.

[0026] In einer anderen, ebenfalls oben bereits erwähnten Entsorgungsvariante wurde der Dünnschlamm früher auf die auch im Kohleverbrennungsprozess anfallende Nassasche aufgegeben. Dies hatte jedoch einen höheren Wasserverbrauch für die Reinigung des Schwingentwässers, mit welchem die mit dem Dünnschlamm versetzte Nassasche entwässert wird, bevor die Nassasche transportfähig ist und zur Verwertung oder Entsorgung abtransportiert werden kann, zur Folge. Auch dieser Negativeffekt kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren vermieden werden.

[0027] Vorzugsweise beinhaltet das Behandeln der Entwässerungssuspension ein Versetzen der Entwässerungssuspension mit wenigstens einem Fällungsmittel und/oder ein Durchleiten der Entwässerungssuspension durch einen Kompaktklärer.

[0028] Bei dieser Ausführungsform der Erfindung wird der Dünnschlamm auch direkt aus der im Kraftwerk sowie so stattfindenden Rauchgaswäsche gewonnen, indem der Dünnschlamm aus der bei der Gipsbildung anfallenden Entwässerungssuspension abgezogen, gefällt und danach geklärt wird. Die Fällung kann mit dem wenigstens einen Fällungsmittel, das heißt, durch Zugabe von einer oder mehreren Chemikalien zu der Entwässerungssuspension, erfolgen. Zusätzlich oder alternativ dazu kann die Klärung in dem Kompaktklärer vorgenommen werden.

[0029] Das wenigstens eine Fällungsmittel geht eine Bindung mit bestimmten Bestandteilen der Entwässerungssuspension ein. Die dabei entstehenden Bindungsprodukte weisen ein erhöhtes spezifisches Gewicht auf und setzen sich als Dünnschlamm ab.

[0030] Der Kompaktklärer kann beispielsweise in Form eines Beckens ausgebildet sein, in welches die Entwässerungssuspension oder die mit dem wenigstens einen Fällungsmittel versetzte Entwässerungssuspension geleitet wird, wobei im oberen Bereich des Beckens eine Lamellenanordnung vorgesehen ist.

[0031] Es ist jedoch in einfachen Varianten der vorliegenden Erfindung möglich, das wenigstens eine Fällungsmittel wegzulassen und/oder den Kompaktklärer zu umgehen.

[0032] Es gibt jedoch auch Kraftwerke, in welchen kein SO_2 -Abscheider verwendet wird, der das SO_2 aus dem Rauchgas in einer Nasswäsche herauswäscht, sodass kein Dünnschlamm anfällt. Solche Kraftwerke nutzen beispielsweise zur Rauchgasentschwefelung eine trockene Rauchgasaufbereitung. Außerdem kann es Störungen in der Rauchgasentschwefelungsanlage geben, die dazu führen, dass Dünnschlamm - zumindest vorübergehend - nicht aus der Abwasserreinigungsanlage der Rauchgasentschwefelungsanlage gewinnbar ist. In einer weiteren Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist daher vorgesehen, dass der Dünnschlamm zu-

mindest teilweise als Modellsuspension erzeugt und der Kohleverbrennung zugegeben wird. Der Dünnschlamm kann in dieser Ausbildung der vorliegenden Erfindung zumindest teilweise dadurch gewonnen werden, dass wenigstens ein pulver- oder staubförmiges Trägermaterial mit wenigstens einem Sulfat und Wasser zu dem Dünnschlamm verrührt wird.

[0033] Ist der Sulfatgehalt des aus der Rauchgasentschwefelungsanlage gewonnenen und/oder chemisch hergestellten Dünnschlamm zu gering, kann in bestimmten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung dieser Dünnschlamm noch mit weiterem Sulfat, das heißt, mit Sulfat enthaltenden Rohstoffen und/oder Chemikalien oder auch reinem Sulfat, versetzt werden.

[0034] Vorzugsweise beträgt bei dem erfindungsgemäßen Verfahren der Anteil des dem Brennraum zugeführten Dünnschlamm relativ zu der dem Brennraum zugeführten Rohkohle mindestens 0,1 Gew.-% und höchstens 10 Gew.-%.

[0035] In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens beträgt der Anteil des dem Brennraum zugeführten Dünnschlamm relativ zu der dem Brennraum zugeführten Rohkohle mindestens 0,5 Gew.-% und höchstens 2 Gew.-%.

[0036] Es hat sich als besonders günstig herausgestellt, wenn der Anteil des dem Brennraum zugeführten Dünnschlamm relativ zu der dem Brennraum zugeführten Rohkohle unter 1 Gew.-% beträgt.

[0037] Von Vorteil ist es auch, wenn bei dem erfindungsgemäßen Verfahren der Dünnschlamm wenigstens zwei, beispielsweise einander gegenüber befindlichen, mit dem Brennraum verbundenen Mühlen zugeführt wird. Dadurch kann der Dünnschlamm bei Reparaturen oder Nichtverfügbarkeit einer Mühle weiterhin dosiert werden.

[0038] Das erfindungsgemäße Verfahren ist zudem besonders effizient, wenn der Dünnschlamm gemeinsam mit der Rohkohle der wenigstens einen Mühle zugeführt wird. Hierdurch kann die Rohkohle schon frühzeitig im Prozess mit dem Dünnschlamm versetzt werden, womit eine besonders hohe Bariumreduktion in der Filterasche erzielbar ist.

[0039] Eine vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird im Folgenden anhand von Figur 1 näher erläutert, wobei

[0040] Figur 1 zeigt schematisch Komponenten eines Bereichs eines Kraftwerkes 1. In dem Kraftwerk 1 wird Rohkohle 4, wie Braunkohle oder Steinkohle, in einem Feuerungsverfahren, hier einem Staubfeuerungsverfahren, verbrannt, wobei Dampf 13, wie Wasserdampf, Satteldampf oder Heißdampf, erzeugt wird, der als Energieträger genutzt wird.

[0041] Das Kraftwerk 1 weist eine Brennkammer mit einem Brennraum 2 auf. Mit dem Brennraum 2 sind in dem gezeigten Ausführungsbeispiel mehrere, hier vier, Mühlen 3 gekoppelt. In den Mühlen 3 wird die Rohkohle 4, die über Förderbänder und/oder Bunker und/oder Zuteiler den Mühlen 3 zugeführt wird, zu Kohlestaub ge-

mahlen. Die Rohkohle 4 kann, bevor sie der oder den Mühle(n) zugeführt wird, noch in einer hier nicht gezeigten Vorzerkleinerung, wie einer Prallhammermühle, vorzerkleinert werden.

[0042] In der vorliegenden Erfindung wird den Mühlen 3 ebenfalls über Rohre und/oder Schlauchleitungen Dünnschlamm 10 zugeführt. Der Dünnschlamm 10 ist ein pumpfähiger, sulfathaltiger Schlamm und/oder eine pumpfähige, sulfathaltige Lösung oder Suspension. In den Mühlen 3 wird die Rohkohle 4 mit dem Dünnschlamm 10, mit dem die Rohkohle 4 auf dem Förderweg zu den Mühlen 3 und/oder in den Mühlen 3 selbst versetzt wird, zusammen vermahlen.

[0043] In anderen, nicht gezeigten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung kann auch nur eine Mühle 3 oder eine andere Anzahl an Mühlen 3 zum Einsatz kommen. Ferner reicht es grundsätzlich aus, wenn wenigstens einer der Mühlen 3 der Dünnschlamm 10 zugeführt wird.

[0044] Neben der Rohkohle 4 und dem Dünnschlamm 10 können der wenigstens einen Mühle 3 auch noch andere Stoffe, wie beispielsweise Klärschlamm und/oder Ersatzbrennstoff wie z. B. Müll und/oder Biobrennstoff wie z. B. Holz, zugeführt werden, welche dann mit der zu Kohlestaub gemahlenen Rohkohle 4 und dem Dünnschlamm 10 mitverbrannt werden.

[0045] Der sulfathaltige Kohlestaub wird ausgehend von den Mühlen 3 in den Brennraum 2 geblasen und darin in einer Schwebel verbrannt.

[0046] In dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist bei der Verbrennung der Anteil des Dünnschlamm 10 zu der Rohkohle 4 kleiner als 1 Gew.-%, kann jedoch in anderen Ausführungsformen der Erfindung auch größer sein, beträgt aber wenigstens 0,1 Gew.-%

[0047] In dem erfindungsgemäßen Feuerungsverfahren wird ferner aufbereitetes Wasser und/oder Deionat 5 nach Entgasung mittels Pumpen 15 einem mit dem Brennraum 2 gekoppelten Dampferzeuger 12 zugeführt und während des Verbrennungsprozesses zu dem Dampf 13 erhitzt.

[0048] Der Dampf 13 wird dann beispielsweise einer hier nicht gezeigten Turbine zugeführt welche wiederum eine Fernheizung mit Heiznetzwater speisen kann.

[0049] Das bei dem Verbrennungsprozess entstehende Rauchgas 14a wird aus dem Brennraum 2 abgeführt und einer Rauchgasreinigungsanlage des Kraftwerkes 1 zugeführt. Die ebenfalls bei dem Verbrennungsprozess anfallende Nassasche 16 wird nach unten aus dem Brennraum 2 abgeführt.

[0050] Die Rauchgasreinigungsanlage weist in der beispielhaft anhand von Figur 1 dargestellten Ausführungsform der Erfindung eine Filtereinrichtung 6 und eine sich an die Filtereinrichtung 6 anschließende Rauchgasentschwefelungsanlage 8 auf, kann jedoch in anderen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung noch deutlich mehr Komponenten, wie beispielsweise HCl-Absorber, Aktivkohlefilter, Stickoxidferner usw., aufweisen.

[0051] Die Filtereinrichtung 6 ist in dem gezeigten Ausführungsbeispiel ein Elektrofilter, kann jedoch auch eine andere geeignete Filtereinrichtung, wie beispielsweise eine Gewebefiltereinrichtung, sein, mit der in dem Rauchgas 14a enthaltene Schwebeteilchen bzw. Staubpartikel, die sogenannte Filterasche 7, aus dem Rauchgas 14a herausgefiltert werden kann. Die Filterasche 7 wird als Abprodukt der Filtereinrichtung 6 abgeführt, gesammelt und später entweder auf einer Deponie entsorgt oder beispielsweise als Betonzuschlagsstoff oder auf anderen Verwertungswegen verwertet.

[0052] Die in dem erfindungsgemäßen Verfahren anfallende Filterasche 7 weist einen nur unbedenklichen Anteil an leicht löslichen Bariumverbindungen auf. Das liegt an dem der Verbrennung zugeführten, sulfathaltigen Dünnschlamm 10. Der Sulfatbestandteil des Dünnschlamm 10 bildet mit dem in der Rohkohle 4 enthaltenen Barium schwerlösliches Bariumsulfat, welches sich in der Filterasche 7 wiederfindet und wodurch die Filterasche 7 keine Gefahr für die Umwelt bei ihrer Lagerung auf einer Deponie oder bei anderen Verwertungswegen darstellt.

[0053] In dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel wird der Dünnschlamm 10 in einer sich an die Rauchgasasentschwefelungsanlage 8 anschließenden Abwasseraufbereitungsanlage 9 gewonnen.

[0054] Die Rauchgasasentschwefelungsanlage 8 ist in der gezeigten Verfahrensausbildung ein sogenannter SO_2 -Absorber, der beispielsweise in Form eines Absorberturms ausgebildet sein kann. In dem SO_2 -Absorber wird das aus der Filtereinrichtung 6 kommende, gefilterte Rauchgas 14b einer Nasswäsche unterzogen. In der Nasswäsche wird aus dem gefilterten Rauchgas 14b unter anderem SO_2 abgeschieden, dieses reagiert mit Kalksteinmehl oder gegebenenfalls mit Branntkalk oder Kreide zu Gips. Zur Abtrennung des Gipses wird die entstehende, gipshaltige Suspension beispielsweise auf einen wasserdurchlässigen Vakuumbandfilter geleitet, auf dem sich Gips absetzt und entwässert wird. Die unter dem Vakuumbandfilter in wenigstens einem Auffangbehälter der Abwasseraufbereitungsanlage 9 aufgefangene Entwässerungssuspension enthält neben Wasser den sulfathaltigen Dünnschlamm 10.

[0055] Durch die Abwasseraufbereitungsanlage 9 wird ein erster Teil der Entwässerungssuspension in den Waschkreislauf des SO_2 -Absorbers zurückgeführt. Ein zweiter Teil der Entwässerungssuspension, der Dünnschlamm 10, wird über entsprechende Zuleitungen 11 zu den Mühlen 3 gepumpt.

[0056] Zur Abtrennung des Dünnschlamm 10 kann der Entwässerungssuspension wenigstens ein Fällungsmittel zugegeben werden und/oder die Entwässerungssuspension durch einen Kompaktklärer geleitet und der Dünnschlamm 10 statisch von Abwasser abgetrennt werden.

[0057] Das gereinigte Rauchgas 14c wird gegebenenfalls noch aufgeheizt und dann mit Hilfe eines Rauchgasgebläses über einen Kamin 17 in die Atmosphäre abge-

geben.

Patentansprüche

1. Feuerungsverfahren in einem Kraftwerk (1), das wenigstens eine Mühle (3), wenigstens einen mit der wenigstens einen Mühle (3) verbundenen Dampferzeuger (12) mit einem Brennraum (2) und eine dem Dampferzeuger (12) nachgeschaltete Rauchgasreinigungsanlage aufweist, welche wenigstens eine Filtereinrichtung (6) und wenigstens eine der Filtereinrichtung (6) nachgeschaltete Rauchgasasentschwefelungsanlage (8) aufweist, wobei in der wenigstens einen Mühle (3) Rohkohle (4) zu Kohlestaub gemahlen wird, der Kohlestaub in dem Brennraum (2) verbrannt wird, durch die dabei entstehende Wärme Dampf (13) in dem Dampferzeuger (12) erzeugt wird und das in dem Brennraum (2) entstehende Rauchgas (14a) in die Rauchgasreinigungsanlage geleitet wird, wo das Rauchgas (14a) in der wenigstens einen Filtereinrichtung (6) gefiltert wird, wobei Filterasche (7) als Abprodukt anfällt, und aus dem gefilterten Rauchgas (14b) in der Rauchgasasentschwefelungsanlage (8) Schwefel und/oder wenigstens eine Schwefelverbindung abgeschieden wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein pumpfähiger, sulfathaltiger Schlamm und/oder eine pumpfähige, sulfathaltige Suspension oder Lösung, der und/oder die in der vorliegenden Erfindung als Dünnschlamm (10) bezeichnet wird, der wenigstens einen Mühle (3) zugeführt wird, darin zusammen mit der Rohkohle (4) gemahlen, dem Brennraum (2) zugeführt und mit dem Kohlestaub verbrannt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dünnschlamm (10) zumindest teilweise dadurch gewonnen wird, dass in der Rauchgasasentschwefelungsanlage (8) in einem Waschkreislauf SO_2 aus dem gefilterten Rauchgas (14b) abgeschieden und mit einem Kalksteinprodukt, Branntkalk oder Kreide zu Gips umgesetzt wird, der Gips entwässert wird und aus einer dabei entstehenden Entwässerungssuspension der Dünnschlamm (10) separiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Separieren des Dünnschlamm (10) aus der Entwässerungssuspension ein Versetzen der Entwässerungssuspension mit wenigstens einem Fällungsmittel und/oder ein Durchleiten der Entwässerungssuspension durch einen Kompaktklärer beinhaltet.
4. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

der Dünnschlamm (10) zumindest teilweise unabhängig von einer Rauchgasentschwefelung als Modellsuspension und/oder -lösung erzeugt wird, wobei wenigstens ein pulver- oder staubförmiges Trägermaterial mit wenigstens einem Sulfat und Wasser zu dem Dünnschlamm verrührt wird. 5

5. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dünnschlamm (10) zusätzlich mit Sulfat versetzt wird. 10
6. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anteil des dem Brennraum (2) zugeführten Dünnschlamm (10) relativ zu der dem Brennraum (2) zugeführten Rohkohle (4) mindestens 0,1 Gew.-% und höchstens 10 Gew.-% beträgt. 15
7. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anteil des dem Brennraum (2) zugeführten Dünnschlamm (10) relativ zu der dem Brennraum (2) zugeführten Rohkohle (4) mindestens 0,5 Gew.-% und höchstens 2 Gew.-% beträgt. 20 25
8. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anteil des dem Brennraum (2) zugeführten Dünnschlamm (10) relativ zu der dem Brennraum (2) zugeführten Rohkohle (4) unter 1 Gew.-% beträgt. 30
9. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dünnschlamm (10) gemeinsam mit der Rohkohle (4) der wenigstens einen Mühle (3) zugeführt wird. 35
10. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dünnschlamm (10) wenigstens zwei, mit dem Brennraum (2) verbundenen Mühlen (3) zugeführt wird. 40

45

50

55

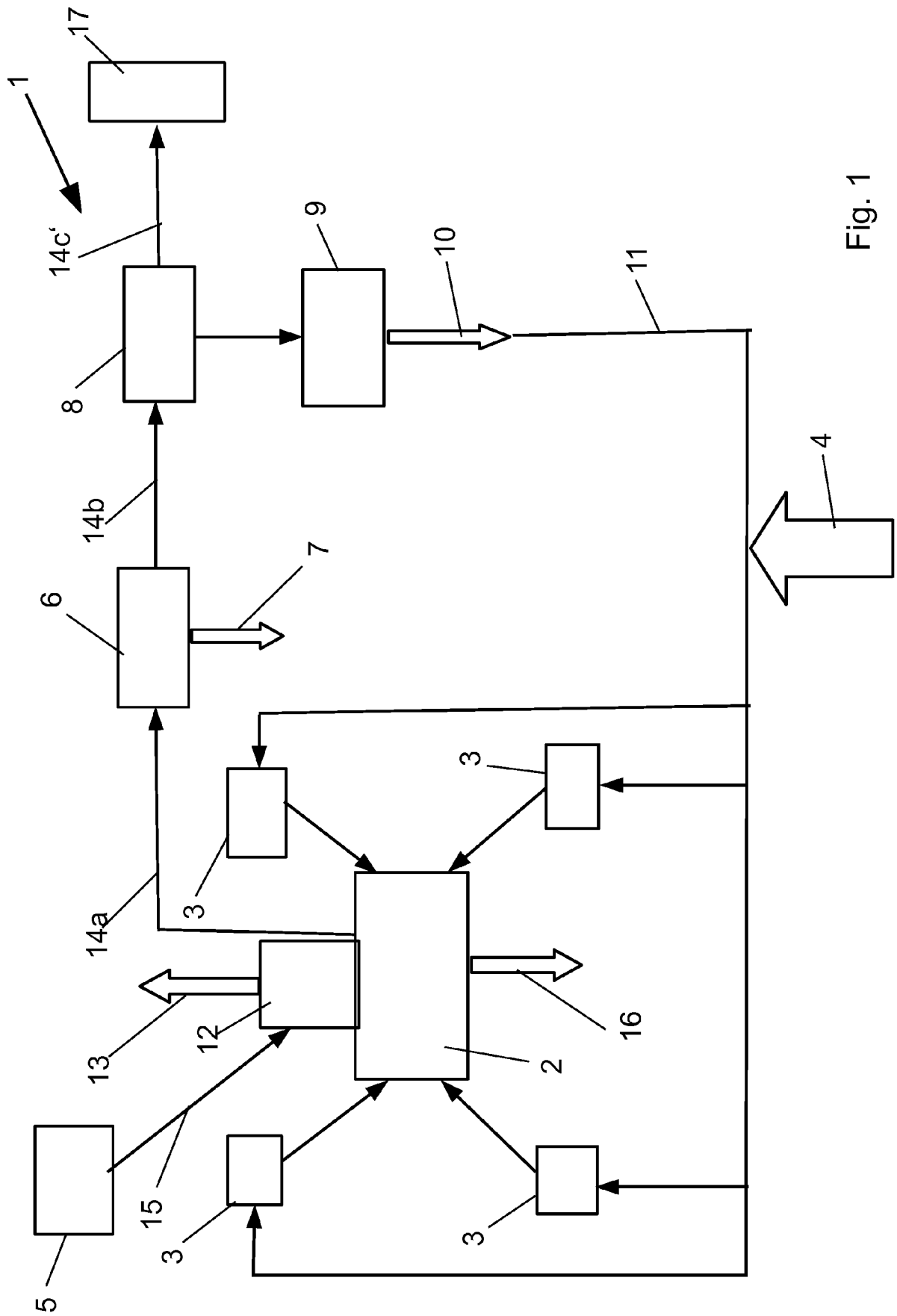


Fig. 1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 19 21 1050

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A,D	WO 89/07974 A1 (FLAEKT AB [SE]) 8. September 1989 (1989-09-08) * das ganze Dokument *	1	INV. F23K1/02
A	DE 37 33 532 A1 (STADTWERKE WUERZBURG AG [DE]) 13. April 1989 (1989-04-13) * Spalte 1, Zeile 45 - Spalte 5, Zeile 3; Ansprüche 1-8; Abbildung *	1	
A	DE 198 02 182 A1 (VER ENERGIEWERKE AG [DE]) 22. Juli 1999 (1999-07-22) * Spalte 1, Zeile 3 - Spalte 2, Zeile 40; Ansprüche 1-3 *	1	
A	US 4 168 670 A (WALL CLARENCE J ET AL) 25. September 1979 (1979-09-25) * das ganze Dokument *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F23K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 16. April 2020	Prüfer Theis, Gilbert
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 19 21 1050

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

16-04-2020

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 8907974 A1	08-09-1989	AU 4072989 A	22-09-1989
		EP 0406263 A1	09-01-1991
		JP 2651029 B2	10-09-1997
		JP H03504100 A	12-09-1991
		SE 462551 B	16-07-1990
		WO 8907974 A1	08-09-1989

DE 3733532 A1	13-04-1989	AT 394848 B	25-06-1992
		BE 1001125 A6	25-07-1989
		CH 676976 A5	28-03-1991
		DE 3733532 A1	13-04-1989
		FR 2621307 A1	07-04-1989
		IT 1227266 B	28-03-1991
		NL 8802295 A	01-05-1989

DE 19802182 A1	22-07-1999	KEINE	

US 4168670 A	25-09-1979	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 8907974 A1 [0011]
- US 20170113085 A1 [0013]