

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 655 540 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
10.05.2006 Patentblatt 2006/19

(51) Int Cl.:
F23N 1/00 (2006.01) F23G 5/50 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 04025933.5

(22) Anmeldetag: 02.11.2004

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK YU

(72) Erfinder: Mercx, Josef
5401 Baden (CH)

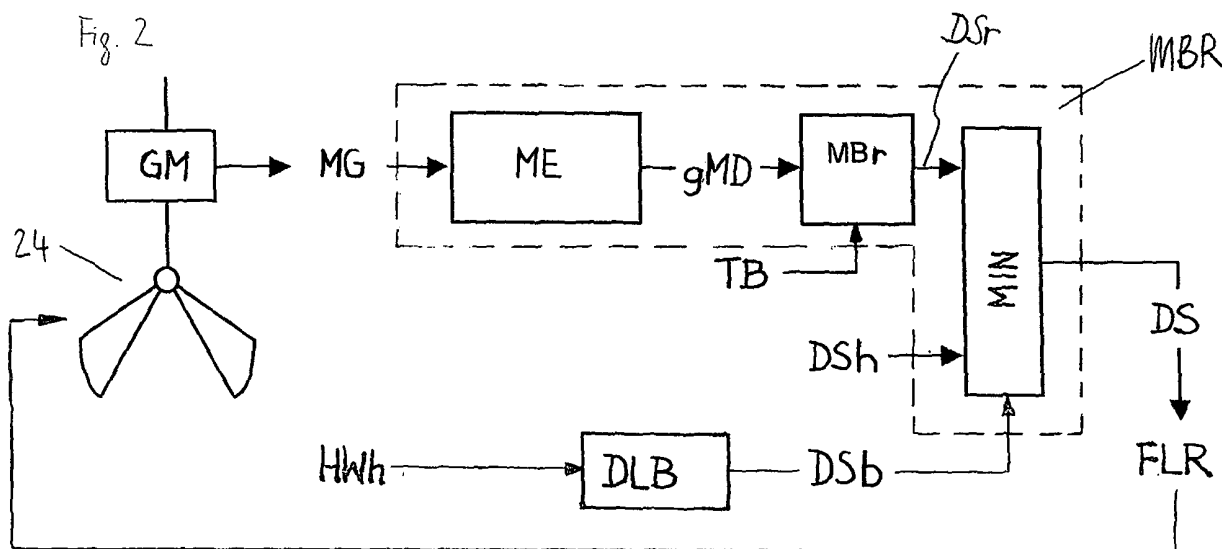
(74) Vertreter: Schaad, Balass, Menzl & Partner AG
Dufourstrasse 101
Postfach
8034 Zürich (CH)

(71) Anmelder: Von Roll Umwelttechnik AG
8037 Zürich (CH)

(54) Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung

(57) Die Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung (MBR) umfasst wenigstens eine Mittelungseinheit (ME), einen Mülldurchsatz-Begrenzungsregler (MBr) und eine Minimumeinheit (MIN). Ausgehend von einem auf ein Beschickungssystem der Müllverbrennungsanlage aufgetragenen Müllgewicht (MG) und einem vorgegebenen maximalen Mülldurchsatz, passt die Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung (MBR) einen Dampfleistungssoll-

wert (DS), der zur Weiterverarbeitung an eine nachgeordnete Feuerleistungsregelung (FLR) bestimmt ist, derart an, dass ein wirtschaftlich sinnvoller und anlagentechnisch vertretbarer (zeitlich begrenzter) Betrieb in einem definierten Überlastbereich ermöglicht und eine langandauernde Überbelastung durch eine ungehinderte Steigerung der Müllzufuhr bei der Verbrennung von Müll mit niedrigem Heizwert effizient verhindert ist.



EP 1 655 540 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung für eine Feuerleistungsregelung einer Müllverbrennungsanlage gemäss Anspruch 1 und ein Verfahren zum Betrieb einer Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung gemäss Anspruch 11.

[0002] In Müllverbrennungsanlagen kann eine bei der Müllverbrennung anfallende Wärmeleistung für die Umwandlung in elektrische Energie genutzt werden. Zu diesem Zweck wird die Verbrennungswärme über Wärmetauscher mit Dampferzeugungen in Dampfkesseln gekoppelt. Der erzeugte Dampf wird über einen Dampfverteiler zu einer Dampfturbine geleitet und dient dort ihrem Antrieb. Als Mass für die erzeugte Dampfleistung wird im Allgemeinen ein Dampfmassenstrom in [kg/s] angegeben.

[0003] Für die Bereitstellung einer konstanten elektrischen Leistung durch die Dampfturbine ist es wiederum vorteilhaft, die Wärme- bzw. die Dampfleistung konstant zu halten. Heizwertschwankungen des Mülls, bedingt durch eine variierende stoffliche Zusammensetzung, unterschiedliche Porosität bzw. Stückigkeit und einen sich ändernden Wassergehalt, müssen zu diesem Zweck durch technische Massnahmen ausgeglichen werden. Zu diesen technischen Massnahmen gehört unter anderem eine Anpassung des Mülldurchsatzes.

[0004] Ein Verfahren zum Betreiben einer Müllverbrennungsanlage ist beispielsweise aus der EP-B-0499976 bekannt. Dabei wird zur gleichmässigen Erzeugung der Wärmemenge die Müllzufuhr und die Primärluftzufuhr mittels einer gleichsinnig wirkenden Kaskadenregelung beeinflusst. Die erzeugte Dampfmenge wird erfasst und dient als Hauptregelgrösse. Starke Änderungen der Müllbeschaffenheit und damit des Heizwertes, die eine Änderung der Betriebsparameter im gegenläufigen Sinn erfordern, werden von dieser Feuerleistungsregelung entsprechend unzureichend ausgeglichen.

[0005] Eine derartige Anforderung tritt beispielsweise dann auf, wenn feuchter Müll - also Müll mit einem stark verringerten Heizwert - dem Verbrennungsraum zugeführt wird. Bei einer gleichsinnigen Erhöhung des Mülldurchsatzes kann dies zu einer unvollständigeren Verbrennung führen, wobei die Wärmeleistung nicht adäquat erhöht wird. Im Extremfall kann es sogar zum Verlöschen des Feuers kommen.

[0006] In der WO-A-01/25691 wird ein Verfahren zur Müllverbrennung beschrieben, bei welchem diesem Umstand Rechnung getragen wird. Dazu werden ausgehend von zwei Regelgrössen, der erzeugten Dampfleistung und dem Sauerstoffgehalt im Verbrennungsraum, die Stellgrössen Mülldurchsatz und Luftzufuhr zum Verbrennungsraum beeinflusst. Die Regelung erfolgt dabei derart, dass durch ein Schutzelement beim Überschreiten eines vorbestimmten Maximalwertes durch wenigstens eine der Regelgrössen der Mülldurchsatz oder die Luftzufuhr verringert wird.

[0007] Da der Mülldurchsatz in diesem Verfahren indirekt über die erzeugte Dampfleistung erfasst wird, kann es in der Praxis zu Diskrepanzen zwischen diesem indirekt erfassten und dem tatsächlichen Mülldurchsatz kommen. Darüber hinaus handelt es sich bei dem indirekt erfassten Mülldurchsatz um einen quasi-aktuellen Momentanwert. In Bezug auf die gesamte Verweildauer des Mülls bei der Zufuhr und dem Transport durch den Verbrennungsraum, welche in der Grössenordnung von 2 h liegt, bedingt die indirekte Erfassung des quasi-aktuellen Momentanwertes eine stark zeitverzögerte Reaktionsmöglichkeit hinsichtlich der Beladung des Beschickungssystems.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Regelungseinheit für eine Feuerleistungsregelung einer Müllverbrennungsanlage bereitzustellen, mit welcher der tatsächliche Mülldurchsatz und damit der Beschickungszustand erfasst und ein andauernder, betriebstechnisch nicht erwünschter Überlastbetrieb der Müllverbrennungsanlage vermieden wird.

[0009] Die Aufgabe wird durch eine Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung für eine nachgeordnete Feuerleistungsregelung einer Müllverbrennungsanlage gemäss Anspruch 1 und ein Verfahren zum Betrieb einer Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung nach Anspruch 11 gelöst.

[0010] Die erfindungsgemässe Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung weist eine Mittelungseinheit, einen Mülldurchsatz-Begrenzungsregler und eine Minimumeinheit auf. Ausgehend von wenigstens zwei Eingangssignalen, einem auf ein Beschickungssystem der Müllverbrennungsanlage aufgebrachten Müllgewicht und einem vorgegebenen maximalen Mülldurchsatz, erzeugt die Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung ein Ausgangssignal für einen Dampfleistungssollwert zur Weiterverarbeitung in einer nachgeordneten Feuerleistungsregelung. Der Dampfleistungssollwert wird dabei derart angepasst, dass bei einem in Abhängigkeit vom Müllgewicht bestimmten gemittelten Mülldurchsatz, der grösser ist als ein vom maximalen Mülldurchsatz abhängiger Grenzwert, der Dampfleistungssollwert im Wesentlichen verringert wird. Als Folge davon wird die nachgeschaltete Feuerleistungsregelung den Mülldurchsatz reduzieren.

[0011] Durch eine derartige Regelung des Dampfleistungssollwertes als Führungsgrösse für die nachgeordnete Feuerleistungsregelung ist innerhalb des spezifizierten Arbeitsbereiches ein wirtschaftlicher Betrieb am vorbestimmten Arbeitspunkt sichergestellt, ein zeitlich begrenzter, wirtschaftlich sinnvoller und anlagentechnisch vertretbarer Betrieb im Überlastbereich ermöglicht und eine langandauernde Überbelastung durch eine ungehinderte Steigerung der Müllzufuhr bei der Verbrennung von Müll mit niedrigem Heizwert effizient verhindert.

[0012] Vorteilhafte Ausführungen der Erfindung werden anhand der folgenden Figuren beschrieben. Die Figuren zeigen im Einzelnen:

Fig. 1 ein Feuerungsdiagramm mit einem Arbeitsbe-

- reich und einem tolerierbarem Überlastbereich;
- Fig. 2 ein Blockschaltbild einer Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung (MBR) ;
- Fig. 3 ein Diagramm mit einer zeitlichen Abfolge von Müllgewichten und einer Faltungsfunktion zur Bestimmung eines gemittelten Mülldurchsatzes;
- Fig. 4 ein Blockschaltbild eines Mülldurchsatz-Begrenzungsreglers; und
- Fig. 5 ein Diagramm, welches die Abhängigkeit eines Ausgangssignals des Mülldurchsatz-Begrenzungsreglers (MBr) vom Mülldurchsatz unter Einbezug eines Totbandes darstellt.

[0013] Ein Feuerungsdiagramm 10, wie das in Fig. 1 gezeigte, bildet die Grundlage für die Auslegung einer Müllverbrennungsanlage. Die beim Verbrennungsprozess erzeugte Wärmeleistung PW wird in dem Feuerungsdiagramm 10 als Funktion des Mülldurchsatzes MD dargestellt. Als Parameter sind darin weiterhin Geraden von Heizwerten H0, H1, H2 verschiedener Müllqualitäten eingetragen. Ein sechseckiges Gebiet umrandet einen für die Müllverbrennungsanlage spezifizierten Arbeitsbereich 12, der alle vom Hersteller garantierten Dauerlastzustände umfasst.

[0014] Der Arbeitsbereich 12 wird begrenzt durch Geraden eines niedrigen Heizwertes H0 und eines hohen Heizwertes H2, einer minimalen Wärmeleistung 14 und maximalen Wärmeleistung 16 sowie einem minimalen Mülldurchsatz 18 und einem maximalen Mülldurchsatz 20. Die Wärmeleistung PW und der Mülldurchsatz MD eines angestrebten Arbeitspunktes im Arbeitsbereich 12 schwanken infolge einer inhomogenen Müllqualität und aufgrund einer diskontinuierlichen Beladung eines Beschickungssystems. Insbesondere bei Arbeitspunkten, die auf der Geraden der maximalen Wärmeleistung 16 und des maximalen Mülldurchsatzes 20 liegen, können diese Schwankungen zu Überlastzuständen führen. Kurzzeitige Überlastzustände im Bereich von Minuten führen in der Regel nicht zu einem Schaden für die Müllverbrennungsanlage. Hingegen sind länger andauernde Überlastzustände zu verhindern, um Folgeerscheinungen, wie eine Materialermüdung, Stauerscheinungen im Beschickungssystem, eine instabile Feuerlage oder ein Überschreiten gesetzlicher Bestimmungen zu vermeiden.

[0015] Entlang der Geraden der maximalen Wärmeleistung 16 können länger andauernde Überlastzustände effektiv durch oben genannte Feuerleistungsregelungen FLR verhindert werden. Im sich entlang der Geraden des maximalen Mülldurchsatzes 20 anschliessenden Überlastbereich 22, der im Feuerungsdiagramm 10 schraffiert ist, greift hingegen die nachfolgend beschriebene Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung MBR ein, um länger

andauernde Überlastzustände zu verhindern. Die Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung MBR tritt dabei im Sinne einer Kaskadenregelung als Führungsregler für die Führungsgrösse Dampfsollwert DS einer nachgeordneten Feuerleistungsregelung FLR, beispielsweise gemäss der EP-B-0499976, auf.

[0016] In Fig. 2 ist ein Blockschaltbild einer Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung MBR gezeigt. Der Materialeintrag, das heisst die Beschickung mit Müll, erfolgt mit Hilfe eines Greifers 24 einer Krananlage. Der Müll wird dabei in einen nicht gezeigten Trichter eines Einfüllschachtes entlassen und belädt auf diese Weise ein ebenfalls nicht gezeigtes Zuteilersystem. Mit Hilfe einer Gewichtsmesszelle GM wird ein vom Greifer 24 aufgenommenes Müllgewicht MG bestimmt und über eine elektrische Signalleitung an die Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung MBR übermittelt. Die Erfassung der Müllgewichte MG ermöglicht eine detaillierte Kenntnis und Analyse des Momentanzustandes des Beschickungssystems (Beschickungszustand) und erlaubt ein gezieltes Eingreifen zur Anpassung des Beschickungszustandes bei sich ändernder Müllzusammensetzung. Darüber hinaus ist durch diese Kenntnis des Beschickungszustandes und unter Einbeziehung eines momentanen Dampfleistungswertes eine Extrapolation zukünftiger Lagen des Arbeitspunktes und damit zukünftiger Betriebszustände möglich.

[0017] Die Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung MBR ist in Fig. 2 durch eine gestrichelte Linie umgrenzt und weist in dieser bevorzugten Ausführungsform die folgenden Einheiten auf: eine Mittelungseinheit ME, einen Mülldurchsatzbegrenzungsregler MBr und eine Minimeinheit MIN. Die Einheiten ME, MBr, MIN sind in dieser Ausführungsform mittels elektronischer Bauelemente hardware- und/oder softwaremässig implementiert. Alternativ können die Einheiten ME, MBr, MIN jedoch auch mittels pneumatischer Komponenten realisiert werden.

[0018] Die Mittelungseinheit ME erhält als Eingangssignal die Müllgewichte MG des jeweils in den Trichter eingefüllten Mülls. Die Mittelungseinheit ME bestimmt daraus über einen Mittelungszeitraum von 1 h bis 5 h, vorzugsweise von 3,5 h einen gleitenden Mittelwert aus den Müllgewichten MG, dividiert diesen gleitenden Mittelwert durch den Mittelungszeitraum und erzeugt dadurch einen gemittelten Mülldurchsatz gMD. Bei der vorliegenden Ausführung werden dabei die Müllgewichte MG mit der in Fig. 3 gestrichelt gezeichneten Faltungsfunktion 26 gewichtet.

[0019] Im Diagramm von Fig. 3 sind beispielhafte Müllgewichte MG als Funktion der Zeit t in Form von zeitlich diskret aufgetragen Balken dargestellt. Der Mittelungszeitraum erstreckt sich von -3,5 h bis 0 h und beträgt somit 3,5 h. Die in Fig. 3 eingezeichnete Faltungsfunktion 26 weist eine stetig ab dem Zeitpunkt 0 h ansteigende, zeitlich vorlaufenden Flanke 28 und eine stetig ab dem Zeitpunkt -3 h abfallende, zeitlich nachlaufende Flanke 30 auf. Zwischen der vorlaufenden und nachlaufenden Flanke 28, 30 verläuft die Faltungsfunktion 26 wenig-

stens nahezu konstant. Der Mittelungszeitraum kann natürlich spezifischen Erfordernissen angepasst werden. So erweist es sich in der Praxis beispielsweise als sinnvoll einen weiteren gleitenden Mittelwert über 8 h zu bilden, der in die Regelung mit einfließen kann oder einem Bediener als Zusatzinformation bereitgestellt wird. Wie der Mittelungszeitraum, kann natürlich auch die Faltungsfunktion 26 spezifischen Gegebenheiten angepasst werden.

[0020] Die Berechnung eines gleitenden zeitlichen Mittelwertes im Zeit-Raum entspricht einer Filterung im Frequenz-Raum. Daher ist die oben beschriebene Mittelungseinheit ME äquivalent zu einem Tiefpassfilter und kann auch physisch durch einen derartigen Tiefpassfilter ersetzt werden. Entsprechend zur Anpassung der Faltungsfunktion 26 bei der Mittelungseinheit ME können auch bei einem Tiefpassfilter verschiedene Parameter den spezifischen Gegebenheiten angepasst werden. Im Sinne eines Tiefpassfilters stellt der gemittelte Mülldurchsatz gMD eine Glättung der diskret in den Trichter eingefüllten Müllgewichte MG dar.

[0021] Als Eingangssignal des der Mittelungseinheit ME nachgeordneten Mülldurchsatz-Begrenzungsreglers MBr wird neben dem gemittelten Mülldurchsatz gMD ein sogenanntes Totband TB zugeführt. Aus den beiden Eingangswerten gMD, TB bestimmt der Mülldurchsatz-Begrenzungsregler MBr einen geregelten Dampfleistungssollwert DSr. Eine detaillierte Beschreibung des Aufbaus und der Funktion des Mülldurchsatz-Begrenzungsreglers MBr erfolgt in Zusammenhang mit Fig. 4.

[0022] Die im Signalfuss an den Mülldurchsatz-Begrenzungsregler MBr anschliessende Minimumeinheit MIN erhält neben dem geregelten Dampfleistungssollwert DSr einen per Handeingriff vom Bediener bestimmten Dampfleistungssollwert DS_h und einen berechneten Dampfleistungssollwert DS_b. Der berechnete Dampfleistungssollwert DS_b wird in einer Dampfleistungsberechnungseinheit DLB aus mindestens einem vom Bediener einzugebenden Heizwert HWh anhand von Modelrechnungen bestimmt. Die Minimumeinheit MIN ermittelt den kleinsten der drei Eingangssignale DS_r, DS_h, DS_b und leitet dieses Ausgangssignal der Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung MBR als Dampfleistungssollwert DS an die nachgeordnete Feuerleistungsregelung FLR weiter. Die Feuerleistungsregelung FLR generiert dann entsprechende Stellwerte, welche die Beladung des Beschickungssystems über den Greifer 24 beeinflusst.

[0023] In Fig. 4 ist ein detailliertes Blockschaltbild des Mülldurchsatz-Begrenzungsreglers MBr dargestellt. Neben den bereits im Zusammenhang mit Fig. 2 genannten Eingangssignalen, dem gemittelten Mülldurchsatz gMD und dem Totband TB, weist der Mülldurchsatz-Begrenzungsregler MBr drei weitere, in der Überblicksdarstellung nicht gezeigte Eingangssignale auf: einen maximalen Mülldurchsatz MD_{max}, einen Skalierungsfaktor SF und ein Ein/Aus-Schaltsignal E/A.

[0024] In Signalfussrichtung wird zunächst ein Differenzmülldurchsatz DMD aus der Differenz zwischen dem

gemittelten Mülldurchsatzes gMD und dem maximalen Mülldurchsatz MD_{max} in einem Differenzglied DG ermittelt. Der Differenzmülldurchsatz DMD wird zusammen mit dem Totband TB, als Eingangssignal einem Totbandanpassungsglied TBA zugeführt.

[0025] Die Funktion des Totbandanpassungsgliedes TBA wird nun in Zusammenhang mit Fig. 5 erläutert. Das Diagramm in Fig. 5 zeigt ein Ausgangssignal tDMD des Totbandanpassungsgliedes TBA als Funktion des Differenzmülldurchsatzes DMD. Das Totbandanpassungsglied TBA gibt bei einem negativen Differenzmülldurchsatz DMD, was der Fall ist, wenn der gemittelte Mülldurchsatz gMD kleiner ist als der maximale Mülldurchsatz MD_{max} ($gMD < MD_{max}$), den Differenzmülldurchsatz DMD ($tDMD = DMD$) an seinen Ausgang und damit zu einem nachgeordneten PI-Regler PI-R weiter. Erreicht nun der Differenzmülldurchsatz DMD den Wert Null und überschreitet den Null-Wert bis zu einem durch das Totband TB vorgegebenen Wert ($0 \leq DMD \leq TB$), im gezeigten Fall um 5% bzw. 0,05, so wird der Ausgangswert tDMD des Totbandanpassungsgliedes TBA weiterhin auf Null gehalten ($tDMD = 0$). Dadurch wird erreicht, dass innerhalb des Intervalls $[0..TB]$ der PI-Regler PI-R im Wesentlichen nicht reagiert. Kleinere Schwankungen des gemittelten Mülldurchsatzes gMD in der Grössenordnung des Totbandes TB, die an der Grenze des maximalen Mülldurchsatzes 20 auftreten, werden auf diese Weise unterdrückt bzw. geglättet. Dies führt zu einem ruhigeren Verlauf des Ausgangssignals DS der Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung MBR und erlaubt den Überlastbetrieb in dem in Fig. 1 schraffierten Überlastbereich 22 des Feuerungsdiagramms 10.

[0026] Bei einem weiteren Anstieg des Differenzmülldurchsatzes DMD ($DMD > TB$) über den Wert des Totbandes TB hinaus, wird das Ausgangssignal $tDMD = DMD - TB$ um den Betrag des Totbandes TB abgesenkt. Zum Vergleich ist eine Strich-Punkt-Linie 32 in das Diagramm in Fig. 5 entlang der Funktion $tDMD = DMD$ eingetragen. Verringert sich der gemittelte Mülldurchsatz gMD und damit auch der Differenzmülldurchsatz DMD wieder, so durchläuft das Ausgangssignal tDMD die gestufte und in Fig. 5 durchgängig dick eingetragene Linie der Übertragungsfunktion 34 des Totbandanpassungsgliedes TBA in umgekehrter Richtung.

[0027] Durch diese Auslegung des Totbandanpassungsgliedes TBA ist sichergestellt, dass die Müllverbrennungsanlage nahe am maximalen Mülldurchsatz 20, MD_{max} gefahren und somit wirtschaftlich betrieben wird, wobei gleichzeitig Überlastzustände in einem vorgegebenen Masse toleriert werden.

[0028] Der Ausgangswert tDMD wird zum PI-Regler PI-R bekannten Aufbaus und Funktion geführt. Eine Proportionalbeiwert und eine Nachstellzeit sind als Parameter des PI-Reglers PI-R einstellbar aber in Fig. 4 nicht gesondert als Eingangssignale aufgeführt. Das Eingangssignal tDMD wird vom PI-Regler PI-R als eine Regelabweichung behandelt, die entsprechend der gewählten Parameter minimiert wird. Im Wesentlichen erhöht

zu diesem Zweck der PI-Regler ein Ausgangssignal ds bei einer negativen Regelabweichung, das heisst, solange der gemittelte Mülldurchsatz gMD kleiner als der maximale Mülldurchsatz MD_{max} ist, und verringert das Ausgangssignal sobald der Regelabweichung ein positives Vorzeichen aufweist, also der gemittelte Mülldurchsatz gMD abzüglich dem Totband TB den maximalen Mülldurchsatz MD_{max} überschreitet.

[0029] Alternativ zu beschriebenen Ausführung mit einem PI-Regler kann natürlich auch ein PID-Regler oder ein Fuzzy-Regler eingesetzt werden.

[0030] Das Ausgangssignal ds des PI-Reglers PI-R wird durch Multiplikation mit dem Skalierungsfaktor SF an einem Multiplikationsglied P in den geregelten Dampfsollwert DSr umgerechnet und der nachfolgenden Minimumeinheit MIN zugeführt.

[0031] Das weitere Eingangssignal E/A erlaubt es, den automatischen Betrieb der Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung MBR mit dem Mülldurchsatz-Begrenzungsregler MBr ein- bzw. auszuschalten.

[0032] Im Folgenden wird die Funktion der MBR ausgehend von drei wesentlichen Situationsszenarien beschrieben:

1. Der gemittelte Mülldurchsatz gMD liegt unterhalb des maximalen Mülldurchsatzes MD_{max} , also im Arbeitsbereich 12. Das Differenzglied DG des Mülldurchsatz-Begrenzungsreglers MBr liefert entsprechend ein negatives Eingangssignal $DMD < 0$ an die Totbandanpassungseinheit TBA, welche aufgrund ihrer oben beschriebenen Übertragungsfunktion 34 den Wert des Differenzmülldurchsatzes DMD an den PI-Regler PI-R weitergibt. Auf die entsprechend negative Regelabweichung reagiert der PI-Regler PI-R (unter Vernachlässigung seines Zeitverhaltens) mit einer Erhöhung seines Ausgangssignals ds . Nach der Skalierung des Ausgangssignals ds im Multiplikationsglied P wird der Dampfleistungssollwert DSr im nachfolgenden Minimumglied MIN ausgewertet. Ist der so bestimmte Dampfleistungssollwert DSr kleiner als der handeingestellte oder berechnete Dampfleistungssollwert DSH, DSb , so wird dieser als der aktuelle Führungswert an die Feuerleistungsregelung FLR weitergeleitet. Dieser Regelungsablauf wird solange den Dampfleistungssollwert DS erhöhen, bis das Minimumeinheit MIN einen geänderten handeingestellten oder berechneten Dampfleistungssollwert DSH, DSb als Minimum auswählt. Durch die Feuerleistungsregelung FLR kann die Müllzufuhr auf diese Weise weiter erhöht werden und ein wirtschaftlicher Betrieb am vorbestimmten Arbeitspunkt ist sichergestellt.

2. Der gemittelte Mülldurchsatz gMD liegt oberhalb des maximalen Mülldurchsatzes MD_{max} , ist aber kleiner als die Summe aus dem maximalen Mülldurchsatz MD_{max} und dem Totband TB . Der Arbeitspunkt im Feuerungsdiagramm 10 liegt also im

tolerierbaren Überlastbereich 22. Das Differenzglied DG des Mülldurchsatz-Begrenzungsreglers MBr liefert entsprechend ein positives Eingangssignal DMD kleiner gleich dem Totband TB an die Totbandanpassungseinheit TBA. Gemäss seiner Übertragungsfunktion 34 gibt er den Wert Null an den PI-Regler PI-R weiter. Auf die Regelabweichung von Null reagiert der PI-Regler (unter Vernachlässigung seines Zeitverhaltens) im Wesentlichen derart, dass er unverändert den letzten Ausgabewert des Ausgangssignals ds vor Erreichung dieses "Gleichgewichtszustandes" beibehält. Nach der Skalierung des Ausgabesignals ds im Multiplikationsglied P , wird dieser so bestimmte Dampfleistungssollwert DSr im nachfolgenden Minimumeinheit MIN ausgewertet. Haben sich seit der letzten Veränderung des geregelten Dampfleistungssollwertes DSr der handeingestellte oder berechnete Dampfleistungssollwert DSH, DSb ebenfalls nicht geändert, so bleibt der an die Feuerleistungsregelung FLR weitergeleitete Dampfleistungssollwert DS unverändert. Auf diese Weise wird ein wirtschaftlich sinnvoller und anlagentechnisch vertretbarer (begrenzter) Betrieb im Überlastbereich gewährleistet.

3. Der gemittelte Mülldurchsatz gMD ist grösser als die Summe aus dem maximalen Mülldurchsatz MD_{max} und zuzüglich des Totbandes TB , der Arbeitspunkt liegt also ausserhalb des Arbeitsbereiches 12 und des tolerierbaren Überlastbereichs 22. Das Differenzglied DG des Mülldurchsatz-Begrenzungsreglers MBr liefert ein negatives Eingangssignal DMD an die Totbandanpassungseinheit TBA, welche unter Berücksichtigung des Totbandes TB einen positiven Wert, der grösser ist als Null an den PI-Regler PI-R weitergibt. Auf die entsprechend positive Regelabweichung reagiert der PI-Regler PI-R (unter Vernachlässigung seines Zeitverhaltens) mit einer Verringerung seines Ausgabesignals ds . Nach der Skalierung des Ausgabesignals ds im Multiplikationsglied P , wird der so bestimmte geregelte Dampfleistungssollwert DSr in der nachfolgenden Minimumeinheit MIN ausgewertet. Unter der Annahme, dass der handeingestellte und berechnete Dampfleistungssollwert DSH, DSb seit der letzten Änderung des geregelten Dampfleistungssollwertes DSr nicht verändert wurde, leitet nun die Minimumeinheit MIN den verringerten geregelten Dampfleistungssollwert DSr als neuen aktuellen Dampfleistungssollwert DS an die Feuerleistungsregelung FLR weiter. Durch diese Verringerung des Dampfleistungssollwertes DS wird eine weitere Erhöhung der Müllzufuhr durch die bestehende Feuerleistungsregelung FLR effizient verhindert.

[0033] Das Verfahren zum Betrieb der oben beschriebenen Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung MBR umfasst wenigstens den Schritt, dass ausgehend von we-

nigstens zwei Eingangssignalen, namentlich dem Müllgewicht MG und dem vorgegebenen maximalen Mülldurchsatz MDmax, ein Ausgangssignal Dampfleistungssollwert DS zur Weiterverarbeitung in der Feuerleistungsregelung FLR derart generiert wird, dass bei dem in Abhängigkeit vom Müllgewicht MG bestimmten gemittelten Mülldurchsatz gMD, der grösser ist als ein vom maximalen Mülldurchsatz MDmax abhängiger Grenzwert, der Dampfleistungssollwert DS verringert wird, um einen andauernden Überlastbetrieb der Müllverbrennungsanlage zu verhindern. Bei dem Verfahren wird vorzugsweise ein weiteres Eingangssignal, namentlich ein Totband TB derart einbezogen wird, dass es bei einem gemittelten Mülldurchsatz gMD, der grösser ist als der maximale Mülldurchsatz MDmax und kleiner bzw. gleich dem Grenzwert, der sich aus der Summe der Werte des maximalen Mülldurchsatzes MDmax und des Totbandes TB ergibt, der Dampfleistungssollwert DS (bei unverändertem handeingestellten und berechneten Dampfleistungssollwert DSh, DSb) konstant bleibt. Der gemittelte Mülldurchsatzes gMD wird in einem vorhergehenden Verfahrensschritt als ein gleitender zeitlicher Mittelwert aus den Müllgewichten MG in der Mittelungseinheit ME bestimmt.

Patentansprüche

1. Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung für eine nachgeordnete Feuerleistungsregelung (FLR) einer Müllverbrennungsanlage bei welcher eine langandauernde Überbelastung aufgrund einer ungehinderten Steigerung einer Müllzufuhr bei der Verbrennung von Müll mit einem niedrigem Heizwert (H0) durch Anpassen des Dampfleistungssollwertes (DS) verhindert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung (MBR) mit einem Mülldurchsatz-Begrenzungsregler (Mbr) und einer Mittelungseinheit (ME) ausgestattet ist und ausgehend von wenigstens zwei Eingangssignalen, namentlich einem auf ein Beschickungssystem der Müllverbrennungsanlage aufgebrachten Müllgewicht (MG) und einem vorgegebenen maximalen Mülldurchsatz (MDmax), der Dampfleistungssollwert (DS) zur Weiterverarbeitung in der Feuerleistungsregelung (FLR) derart anpasst, dass bei einem in Abhängigkeit vom Müllgewicht (MG) bestimmten gemittelten Mülldurchsatz (gMD), der grösser ist als ein vom maximalen Mülldurchsatz (MDmax) abhängiger Grenzwert, der Dampfleistungssollwert (DS) verringert wird.
2. Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mülldurchsatz-Begrenzungsregler (MBr) ein Proportional-Integral (PI) - Regler (PI-R) aufweist.
3. Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung nach An-

spruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mülldurchsatz-Begrenzungsregler (MBr) eine Totbandanpassungseinheit (TBA) zur Verarbeitung eines weiteren Eingangssignals, namentlich eines Totbandes (TB) aufweist, wodurch der Dampfleistungssollwert (DS) derart bestimmt ist, dass er bei einem gemittelten Mülldurchsatz (gMD), der grösser ist als der maximale Mülldurchsatz (MDmax) und kleiner bzw. gleich dem Grenzwert, der sich aus der Summe der Werte des maximalen Mülldurchsatzes (MDmax) und des Totbandes (TB) ergibt, der Dampfleistungssollwert (DS) im Wesentlichen konstant bleibt.

4. Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wert des Totbandes (TB) 0% bis 20%, vorzugsweise 5% beträgt.
5. Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Mittelungseinheit (ME) der gemittelte Mülldurchsatz (gMD) als ein gleitender zeitlicher Mittelwert aus den Müllgewichten (MG) bestimmt ist.
6. Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Mittelungseinheit (ME) der gemittelte Mülldurchsatz (gMD) bestimmt wird durch eine gleitende zeitliche Mittelung mit einer gewichtenden, an ihrer zeitlich vorlaufenden Flanke (28) langsam ansteigenden und an ihrer nachlaufenden Flanke (30) langsam abfallenden Faltungsfunktion (26).
7. Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vorlaufende Flanke (28) der Faltungsfunktion (26) über einen Zeitraum von 0,1 h bis 2 h, vorzugsweise über einen Zeitraum von 0,5 h linear ansteigt, die Faltungsfunktion (26) zwischen der vorlaufenden und nachlaufenden Flanke (26, 28) wenigstens nahezu konstant ist und die nachlaufende Flanke (28) der Faltungsfunktion (26) über einen Zeitraum von 0,1 h bis 2 h, vorzugsweise über einen Zeitraum von 0,5 h linear abfällt.
8. Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die gleitende zeitliche Mittlung über einen Zeitraum von 1 h bis 5 h, vorzugsweise über 3.5 h erstreckt.
9. Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittelungseinheit (ME) als ein Tiefpassfilter ausgeführt ist.
10. Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung nach einem

der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung (MBR) eine MinimumEinheit (MIN) aufweist, die den Dampfleistungssollwert (DS) als Minimum eines vom Mülldurchsatz-Begrenzungsregler gelieferten Ausgangssignals (DSr), eines handeingestellten Dampfleistungssollwertes (DS_h) und eines berechneten Dampfleistungssollwertes (DS_b) bestimmt.

11. Verfahren zum Betrieb einer Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung für eine nachgeordnete Feuerleistungsregelung (FLR) einer Müllverbrennungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei welchem eine langandauernde Überbelastung aufgrund einer ungehinderten Steigerung einer Müllzufuhr bei der Verbrennung von Müll mit einem niedrigem Heizwert (H₀) durch Anpassen des Dampfleistungssollwertes (DS) verhindert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** ausgehend von wenigstens zwei Eingangssignalen, namentlich einem auf ein Beschickungssystem der Müllverbrennungsanlage aufgetragenen Müllgewicht (MG) und einem vorgegebenen maximalen Mülldurchsatz (MD_{max}), der Dampfleistungssollwert (DS) zur Weiterverarbeitung in der Feuerleistungsregelung (FLR) derart anpasst wird, dass bei einem in Abhängigkeit vom Müllgewicht (MG) bestimmten gemittelten Mülldurchsatz (gMD), der grösser ist als ein vom maximalen Mülldurchsatz (MD_{max}) abhängiger Grenzwert, der Dampfleistungssollwert (DS) verringert wird.
12. Verfahren zum Betrieb einer Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem weiteren Verfahrensschritt ein weiteres Eingangssignal, namentlich ein Totband (TB) zur Bestimmung des Dampfleistungssollwertes (DS) derart einbezogen wird, dass er bei einem gemittelten Mülldurchsatz (gMD), der grösser ist als der maximale Mülldurchsatz (MD_{max}) und kleiner bzw. gleich dem Grenzwert, der sich aus der Summe der Werte des maximalen Mülldurchsatzes (MD_{max}) und des Totbandes (TB) ergibt, der Dampfleistungssollwert (DS) im Wesentlichen konstant bleibt.
13. Verfahren zum Betrieb einer Mülldurchsatz-Begrenzungsregelung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem weiteren Verfahrensschritt der gemittelte Mülldurchsatz (gMD) als ein gleitender zeitlicher Mittelwert aus den Müllgewichten (MG) bestimmt wird.

Fig. 1

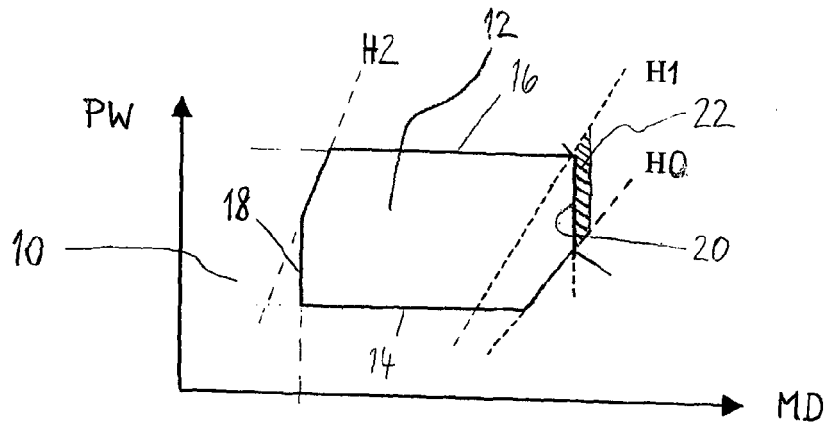


Fig. 2

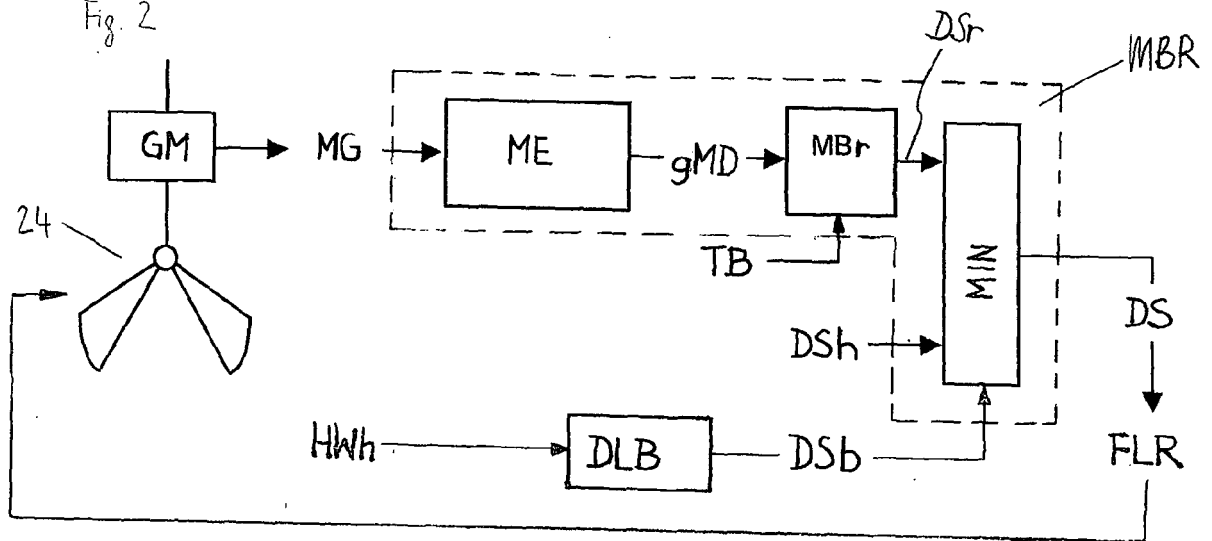


Fig. 3

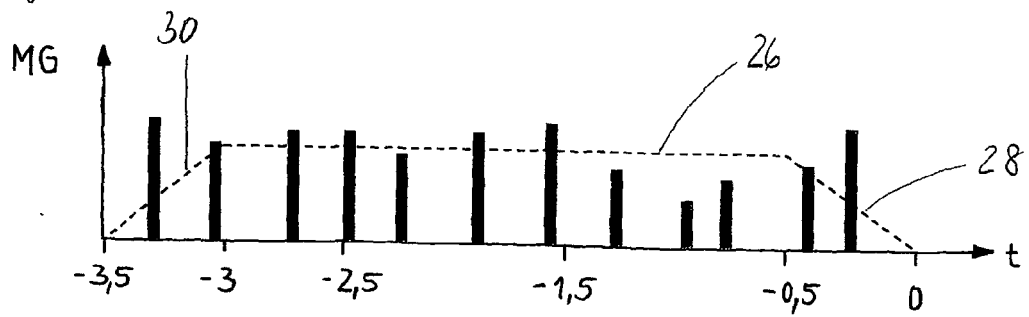


Fig. 4

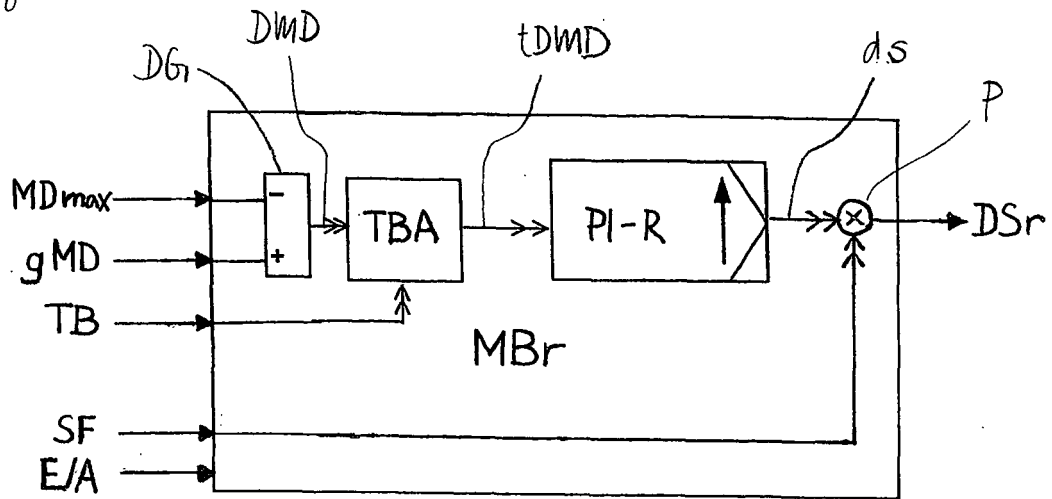
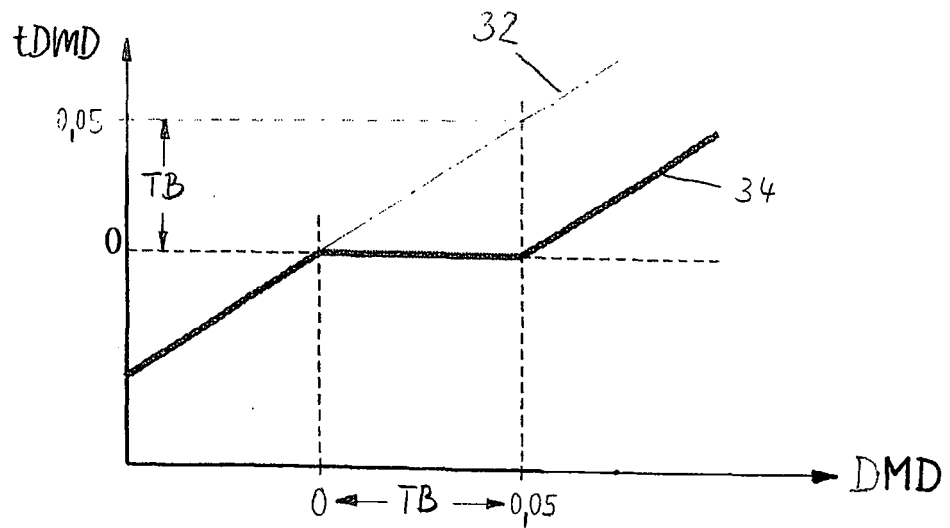


Fig. 5





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 02 5933

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	EP 0 943 864 A (NKK CORPORATION) 22. September 1999 (1999-09-22)	1-10	F23N1/00 F23G5/50
A	* Spalte 11, Absatz 13 - Spalte 21, Absatz 71 * * Zusammenfassung; Abbildungen 1,7,10 *	11	
A	EP 0 718 553 A (ABB MANAGEMENT AG; ASEA BROWN BOVERI AG) 26. Juni 1996 (1996-06-26) * Spalte 4, Zeile 16 - Spalte 6, Zeile 52; Abbildung 1 *	1,11	
A	EP 0 919 770 A (NKK CORPORATION) 2. Juni 1999 (1999-06-02) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1,11	
A,D	EP 0 499 976 A (VON ROLL AG; VON ROLL UMWELTECHNIK AG) 26. August 1992 (1992-08-26) * das ganze Dokument *	1,11	
A,D	WO 01/25691 A (NEDERLANDSE ORGANISATIE VOOR TOEGEPAST-NATUURWETENSCHAPPELIJK ONDERZOE) 12. April 2001 (2001-04-12) * das ganze Dokument *	1,11	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F23N F23G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
1 EPO FORM 1503 03.82 (P04C03) Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 3. Februar 2005 Prüfer Theis, G	
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 : nichtschriftliche 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			

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

EP 04 02 5933

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

03-02-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0943864	A	22-09-1999	WO 9918394 A1	15-04-1999
			DE 69724273 D1	25-09-2003
			DE 69724273 T2	09-06-2004
			DE 69727717 T2	25-11-2004
			DK 943864 T3	08-12-2003
			EP 1267122 A1	18-12-2002
			EP 0943864 A1	22-09-1999

EP 0718553	A	26-06-1996	DE 4445954 A1	27-06-1996
			AT 185187 T	15-10-1999
			DE 59506948 D1	04-11-1999
			DK 718553 T3	10-04-2000
			EP 0718553 A1	26-06-1996
			ES 2139873 T3	16-02-2000
			JP 8219428 A	30-08-1996
			NO 955178 A	24-06-1996

EP 0919770	A	02-06-1999	EP 0919770 A1	02-06-1999
			WO 9851968 A1	19-11-1998
			KR 2000016531 A	25-03-2000

EP 0499976	A	26-08-1992	AT 144039 T	15-10-1996
			CA 2060882 A1	23-08-1992
			CS 9200498 A3	14-10-1992
			DE 59207302 D1	14-11-1996
			DK 499976 T3	18-11-1996
			EP 0499976 A1	26-08-1992
			ES 2091961 T3	16-11-1996
			FI 920765 A	23-08-1992
			HU 60853 A2	28-10-1992
			JP 2673627 B2	05-11-1997
			JP 5071718 A	23-03-1993
			NO 920707 A	24-08-1992
			PL 293548 A1	19-10-1992
			US 5230293 A	27-07-1993

WO 0125691	A	12-04-2001	NL 1013210 C2	05-04-2001
			AU 1062701 A	10-05-2001
			EP 1218669 A1	03-07-2002
			JP 2003511644 T	25-03-2003
			WO 0125691 A1	12-04-2001
			US 6644222 B1	11-11-2003

EPO FORM P0461

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