



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

EP 2 556 894 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
13.02.2013 Patentblatt 2013/07

(51) Int Cl.:  
**B03C 1/14 (2006.01)**

**B03C 1/12 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: 11177103.6

(22) Anmeldetag: 10.08.2011

(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**

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
80333 München (DE)**

- **Gökpekin, Argun**  
91088 Bubenreuth (DE)
- **Schmidt, Ralph Oliver**  
90768 Fürth (DE)
- **Lekscha, Andreas**  
90455 Nürnberg (DE)
- **Zehentbauer, Bernd**  
91052 Erlangen (DE)
- **Schmidt, Frank**  
90489 Nürnberg (DE)

(72) Erfinder:

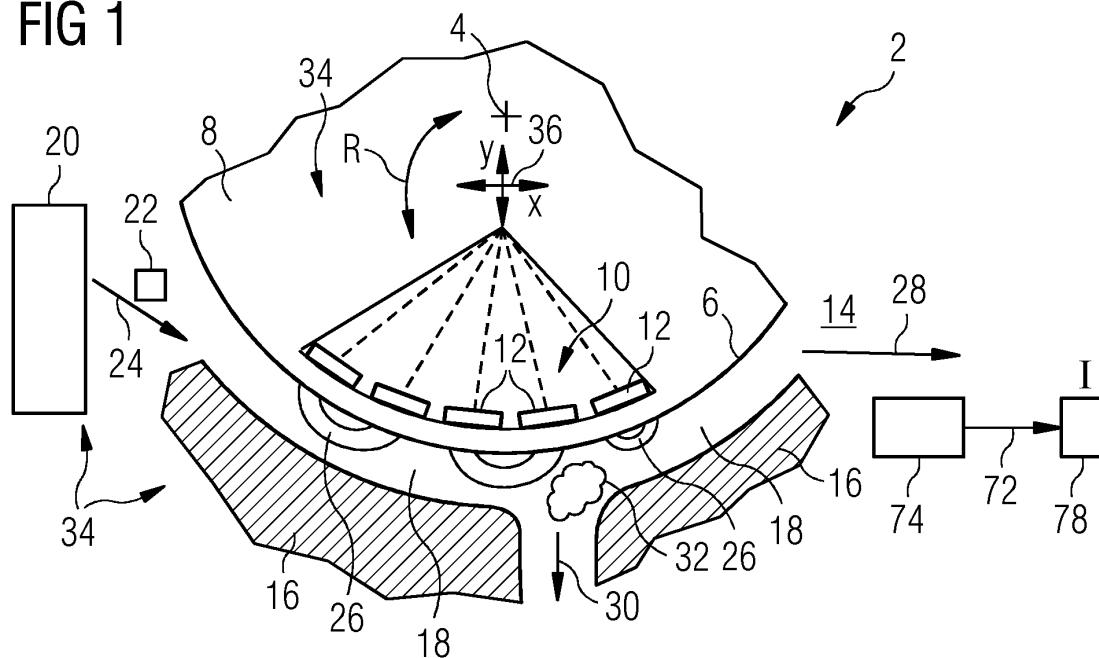
- **Böhnlein, Rudolf**  
96052 Bamberg (DE)

### (54) Magnetischer Trommelscheider

(57) Bei einem magnetischen Trommelscheider (2), mit einer um eine Rotationsachse (4) rotierbaren Trommel (6), mit einer im Innenraum (8) der Trommel (6) angeordneten, einer Mehrzahl von Magneten (12) aufweisenden Magnetenordnung (10), mit einer im Außenraum (14) der Trommel (6) befindlichen Separationszone (18), die von einem Aufgabegut (22) durchströmbar ist, das in

der Separationszone (18) mit Hilfe eines von der Magnetenordnung (10) erzeugten Magnetfeldes (26) gemäß eines Scheideverhaltens (32) des Trommelscheiders (2) in einen Abfallstrom (30) und einen Wertstoffstrom (28) scheidbar ist, ist eine Relativposition (R) mindestens eines der Magnete (12) zur Rotationsachse (4) veränderbar.

**FIG 1**



**Beschreibung**

[0001] Die Erfindung betrifft einen magnetischen Trommelscheider.

[0002] Das magnetische Scheiden bzw. die magnetische Separation ist ein Verfahren zur Trennung von Materialen, die unterschiedliche magnetische Eigenschaften besitzen. Durchgeführt wird dieses Verfahren mit einem Separator. Die in der Aufbereitungsin industrie, vor allem bei ferromagnetischen Stoffen meist verwendeten magnetischen Separatoren sind magnetische Trommelscheider bzw. Trommelseparatoren. Trommelscheider existieren in verschiedenen Ausführungsformen z.B. gleichführende und Gegenstromtrommelscheider. Der Trommelscheider scheidet ein Aufgabegut in einen Wertstoff- und einen Abfallstrom. Mit anderen Worten sollen bei derartigen Scheide- oder Trennvorgängen Wertstoffe von Nichtwertstoffen in einen Wertstoffstrom und einen Abfallstrom geschieden werden. Insbesondere im Bergbau bei Magnetitanreicherung werden Schwachfeldtrommelscheider verwendet. Dieses Verfahren bzw. dieser Prozess kann mit einem magnetischen Konstant- oder Wechselfeld realisiert werden. Beispielsweise bei der Erzaufbereitung von Magnetiterzen werden meisten Permanentmagnete verwendet.

[0003] Die Trommel des Trommelscheiders selbst ist nicht magnetisch. Innerhalb der Trommel befindet sich ein Magnetsystem, das aus Permanentmagneten oder Elektromagneten besteht. Die Trommel stellt den im Betrieb beweglichen, nämlich um ihre Lage- bzw. raum- oder ortsfeste Rotationsachse rotierenden Teil des Separators dar. Das Magnetsystem dagegen bildet einen im Wesentlichen unbeweglichen Teil.

[0004] Der Rohrstoffeintrag an den Scheider in Form eines Aufgabeguts erfolgt an einen oberen bzw. unteren Bereich der rotierenden Trommel. Die magnetischen Pole des Separators sind mit bestimmten Abständen bzw. in einer bestimmten Geometrie entlang des Trommelkreises verteilt. Durch die geometrische Magnetanordnung ist die Feldgeometrie in der Separationszone festgelegt. Die sogenannte Spaltgröße, also der Abstand zwischen Magnetsystem und Aufgabegut bzw. Trommel bestimmt die Arbeitsweise des Separators und hat ausschlaggebenden Einfluss auf die den Trommelscheider verlassenden Ausgabeströme, nämlich den Abfallstrom und den Wertstoffstrom. Ist der Spalt zu klein, wird durch die magnetische Anziehungskraft des Magnetsystems zu viel Material angezogen, so dass auch Körner mit nur geringem ferromagnetischem Anteil an die Trommelwand angezogen werden und in den Wertstoffstrom gelangen. Die Selektivität des Separators ist damit begrenzt und die Qualität des Wertstoffs ist dann zu niedrig. Ist der Spalt dagegen zu groß, werden nur sehr stark magnetisierte Teilchen aufgrund hoher ferromagnetischer Anteile im Partikel zum Wertstoffstrom mitgenommen und somit der Durchsatz des Separators begrenzt. Wertstoff, d.h. z.B. magnetisches Material, gelangt dann auch in den Abfallstrom, was die Ausbringung des Wertstoffs mindert. In beiden Fällen steigt der spezifische Energieverbrauch des Trommelscheiders, der im oben genannten ersten Fall zusätzlich dadurch steigt, dass mehr Abfallstoffe, d.h. taubes Gestein, im Wertstoffstrom vorhanden sind und damit beispielsweise in eine nächste Mahlstufe transportiert werden.

[0005] Bei einem magnetischen Separator zur Erzaufbereitung ist neben der Magnetanzahl der Abstand der Magnete zueinander ein wesentliches konstruktives Merkmal. Durch die Magnete und deren Abstand zueinander soll während des Separationsvorganges entlang der Strömungsrichtung durch wiederholte Änderung bzw. Unterbrechung der magnetischen Feldstärke und somit durch die Änderung der magnetischen Kraft auf die Eisenteilchen in Richtung Trommel eine Agglomerationsbildung, d.h. eine Verbackung von eisenhaltigem Gestein und Gangart verhindert werden. Das geometrische Merkmal des Abstandes der Magnete zueinander in Kombination mit obigem Spaltabstand zwischen Magnetsystem und Trommelwand ist also auf die jeweilige Erzzusammensetzung, den Mahlgrad, den Feststoffgehalt in der Pulpe und somit auf die Pulpenzusammensetzung angepasst. Der jeweilige Separator ist somit nur für die jeweiligen vorgegebenen Bedingungen einsetzbar.

[0006] Diese Tatsachen führen dazu, dass der Separator nicht immer optimal auf die Eigenschaften des Aufgabegutes, z.B. des Erzes, und damit auf die zu erreichende Produktqualität bzw. Ausbringung in den Ausgabeströmen abgestimmt ist. Der magnetische Separator reagiert nicht auf veränderte Eigenschaften des Eingangsmaterials, also des Aufgabeguts. Veränderte Eigenschaften sind hierbei beispielsweise veränderte Anteile magnetischer Erze zu nicht magnetischem Gestein.

[0007] Es kann nämlich vorkommen, dass sich die Erzzusammensetzung des Aufgabeguts aufgrund der Inhomogenitäten von Gesteins- bzw. Mineralzusammensetzung der Abbaugebiete ändert. Dies hat zur Folge, dass der Separationsprozess und damit die Maschinenparameter des magnetischen Trommelscheiders adaptiert werden müssen, um eine gleichbleibend hochwertige bzw. verbesserte Qualität des Trennprozesses sicherzustellen. Übliche Bauformen von Trommelscheidern verwenden in erster Linie Magnetsysteme mit Permanentmagneten. Das Magnetsystem, dessen Auslegung und Installation im Trommelscheider erfolgt entsprechend der jeweiligen Separationsaufgabe und wird im magnetischen Trommelscheider fest verbaut. Bei einer Änderung der Erzzusammensetzung des Aufgabegutes muss eine konstruktive Änderung des magnetischen Trommelscheiders erfolgen. Diese erfolgt im Stillstand des Trommelscheidens. Eine anderweitige Anpassung ist nicht möglich. Der Separator ist damit auf eine bestimmte Erzprobe abgestimmt. Eine Änderung der Erzzusammensetzung bzw. des Mahlgrades erfordert die Stillsetzung des Separators und Umbaumaßnahmen am Magnetsatz, also der Magnetanordnung.

[0008] Derartige Änderungen des konstruktiven Aufbaues können derzeit nicht während des laufenden Betriebs des

Trommelscheiders durchgeführt werden. Dieser muss angehalten werden, d.h. ein Betriebsstopp ausgeführt werden. Ein Maschinenbediener nimmt dann eine entsprechende Veränderung am Trommelscheider bzw. Magnetsystem vor. Eine derartige Anpassung des magnetischen Trommelscheiders wird auch im Sinne einer manuellen Regelung als sogenannte Open-Loop-Regelung durch den Maschinenbediener bezeichnet. Notwendige Adaptionen werden hierbei zunächst vom Bediener erkannt und im Anschluss mit Hilfe konstruktiver Anpassungsmaßnahmen an der Maschine bei stillgelegtem Maschinenbetrieb durchgeführt. Z.B. wird der Permanentmagnetsatz angepasst.

**[0009]** Aus der US 7,841,474 B2 ist ein Trommelscheider bekannt, bei dem ein rollenförmiges Magnetsystem an der Innenwand der rotierenden Trommel anliegt. Der Anpressdruck der magnetischen Rolle sowie der Kontaktort zur Trommel kann durch eine Positionsänderung der magnetischen Rolle bei Stillstand der Maschine angepasst werden.

**[0010]** Aus der RU 222 0775 C1 und der RU 23 75 117 C1 sind Trommelscheider bekannt, bei denen die Magnete des Magnetsatzes jeweils um eine durch den jeweiligen Magneten verlaufende Achse rotierbar sind. Mit andern Worten ist die Ausrichtung des Magnetfeldes der einzelnen Magnete sowie die Stärke und das Profil des sich ergebenden Gesamtmagnetfeldes veränderbar. Die Drehachsen verlaufen parallel zur Rotationsachse der Trommel.

**[0011]** Aus der WO 1998 019 795 A1 ist es bekannt, Magnetrollen ebenfalls um eine durch diese verlaufende Achse zu rotieren. Auch hier verläuft die Achse parallel zur Rotationsachse der Trommel.

**[0012]** Aus der RU 238 01 64 C1 ist es bekannt, den Neigungswinkel einzelner Permanentmagnete zueinander zu verändern. Auch hier werden die Magnete um eine durch sie selbst bzw. in deren unmittelbarer Nähe verlaufende Drehachse rotiert.

**[0013]** Bekannt ist es auch, die Position des Magnetsystems in der Trommel manuell - im Stillstand der Maschine - in dem Sinne zu verstehen, dass dieses in seiner Gesamtheit um die Rotationsachse der Trommel rotierbar ist. Der Abstand von Magnetsystem zur Trommel wird hierbei nicht verändert. Mit anderen Worten ist im Inneren der Trommel der Luftspalt zwischen dem Magnetsystem und der nichtmagnetischen Trommel konstant und kann in den verfügbaren Lösungen nicht verändert werden. Da das zu trennende Material, d.h. das Aufgabegut, sich am Außenumfang der Trommel befindet, ist damit auch der Abstand zwischen Magnetsystem und zu trennendem Material konstant und kann ebenfalls nicht verändert werden.

**[0014]** Aufgabe der Erfindung ist es, einen verbesserten magnetischen Trommelscheider anzugeben.

**[0015]** Die Aufgabe wird gelöst durch einen Trommelscheider gemäß Patentanspruch 1. Der magnetische Trommelscheider weist eine um eine Rotationsachse rotierbare Trommel auf. Im Innenraum der Trommel ist eine Magnetenordnung angeordnet. Die Magnetenordnung weist eine Mehrzahl von Magneten auf. Im Außenraum der Trommel befindet sich eine Separationszone. Die Separationszone ist von einem Aufgabegut durchströmbar. Mit anderen Worten wird - z.B. verursacht durch die Rotation der Trommel - das Aufgabegut durch die Separationszone bewegt. In der Separationszone wird mit Hilfe eines von der Magnetenordnung in dieser erzeugten Magnetfeldes das Aufgabegut gemäß eines Scheideverhaltens des Trommelscheiders in einen Abfallstrom und einen Wertstoffstrom geschieden. Die Trennung des Aufgabeguts in Abfallstrom und Wertstoffstrom erfolgt also hauptsächlich durch Einwirkung bzw. mit Hilfe der Magnetenordnung bzw. deren Ausgestaltung.

**[0016]** Erfindungsgemäß ist bei mindestens einem der Magnete dessen Relativposition zur Rotationsachse veränderbar. Mit anderen Worten wird die Relativposition der Magnete zur Trommel bzw. zur Separationszone verändert. Die Positionsänderung ist so zu verstehen, dass im Betrieb des Trommelscheiders die Trommel rotiert und das Magnetsystem dennoch nicht mit dieser mitrotiert, sondern sich an einer in der Regel festen, wenn auch veränderbaren Position befindet. Eine Verstellung dieser "festen" Relativposition des Magnetsystems bedeutet hier also eine Veränderung zwischen verschiedenen, aber jeweils für sich in Bezug auf die Trommelrotation als ortsfest anzusehenden Relativpositionen der Magnete zur Rotationsachse. Mit anderen Worten werden durch eine derartige Verstellung also verschiedene "feste Orte" des Magnetsystems oder der Magnete relativ zur Rotationsachse variiert.

**[0017]** Das Wort "Relativposition" ist hier im Gegensatz zu einer "Lage" im engen Sinne zu verstehen. Bei einer Lageänderung wäre auch die räumliche Orientierung oder Ausrichtung von Magneten erfasst, was z.B. eine Drehung um eine Achse bedeuten würde, die durch den Magneten selbst oder in dessen unmittelbarer Nähe verläuft. Die Positionsänderung meint dagegen das Verändern eines Abstandes des Magneten zur Rotationsachse (und damit zur Trommel) und/oder eine Änderung der Umfangsposition bezüglich der Rotationsachse, also eine Positionsänderung in Umfangsrichtung der Trommel.

**[0018]** Die Änderung der Relativposition findet also bei einem einzelnen, mehreren oder allen Magneten des Magnetsystems statt. Die Relativposition kann gemeinsam für mehrere oder alle Magnete gleichartig oder auch individuell und unterschiedlich für einzelne Magnete oder Gruppen von Magneten durchgeführt werden. Beeinflussbar ist durch die Positionsänderung z.B. die durch die Magnete erzeugte magnetische Feldstärke oder Feldstärkegradienten in der Separationszone.

**[0019]** Mindestens einer der Magnete kann ein Elektromagnet sein. Bei diesem ist dann auch noch die dem Elektromagneten zugeführte elektrische Größe beeinflussbar, um die Feldeigenschaften in der Separationszone zu verändern. Beispielsweise sind Feldstärke, Phasenlage und Frequenz von dem Elektromagneten zugeführten Größen wie Strom, Spannung oder Leistung beeinflussbar. Verändert werden also beispielsweise Erregerstromstärke, Phasenlage oder

Erregerfrequenz bei Elektromagneten.

[0020] Durch die Erfindung ergibt sich eine erhöhte Flexibilität des verbauten Magnetsatzes, auf Schwankungen des Aufgabeguts zu reagieren und eine Regelungsmöglichkeit im Trommelscheider.

[0021] Durch die Erfindung ergibt sich der Vorteil, dass eine Verbesserung und Stabilisierung der Qualität des Ausgangsmaterials, d.h. des Wertstoffstromes trotz schwankender Zusammensetzung des Eingangsstromes erfolgt. Es ergibt sich eine Reduzierung des relativen Energieverbrauchs bei Betrachtung der gesamten Anlage, deren Teil der magnetische Trommelscheider ist, beispielsweise einer Aufbereitungsanlage. Eine solche dient beispielsweise im Bergbau dazu, die Konzentration eines Wertstoffes in einem Aufgabegut in Form des Wertstoffstromes zu erhöhen, in dem nicht benötigte Teile des Aufgabeguts im Abfallstrom aussortiert werden. Gemäß der Erfindung erhöht sich daher auch der relative Durchsatz des Trommelscheiders und es ergibt sich die Möglichkeit der Anwendung eines durchgängigen Steuerverfahrens in der gesamten Anlage.

[0022] Die Positionsveränderungen wirken sich auf das effektiv in der Separationszone wirkende magnetische Feld aus. Mit anderen Worten wird mit Hilfe der Erfindung ein veränderbares magnetisches Feld in der Separationszone implementiert. Durch die Veränderung kann das Feld jeweils so ausgelegt werden, dass beispielsweise ferromagnetisches Material zuverlässiger und effizienter von nicht magnetischem Material trennbar ist. Das Ziel ist hierbei ein jederzeit optimiertes Ausbringungs-/ Produktqualitätsverhältnis und/oder höhere Selektivität mit einer einfachen und preisgünstigen Methode zu erreichen. Mit anderen Worten wird insbesondere durch Beeinflussung des Magnetsystems die Möglichkeit geschaffen, den Spalt zwischen den magnetischen Polen des Magnetsystems und der nicht magnetischen Trommel und damit auch zum zu trennenden Material - auch während des laufenden Betriebs - variabel, d.h. durch Parameter beeinflussbar, zu gestalten. Durch diese Maßnahmen ist es möglich, eine optimale Einstellung der magnetischen Feldstärke und damit das Erreichen einer optimalen Anziehungskraft in der Separationszone zur Erlangung eines vom Betreiber gewünschten bzw. definierten Arbeitsoptimums bezüglich Ausbringung und Produktqualität einzustellen.

[0023] Das Verhältnis zwischen Ausbringung und Selektivität kann im Trommelscheider vom Betreiber durch die Veränderung des die Relativposition beschreibenden Parameters eingestellt werden, ohne den Separator konstruktiv verändern zu müssen. Die durch den Parameter veränderbare Ausgestaltung des Trommelscheiders ist dann eine diesem inhärente Eigenschaft, die zu seiner eigentlichen Konstruktion zählt. Die Konstruktion des Trommelscheiders an sich muss also nicht mehr grundlegend verändert werden, nur noch der Parameter verstellt werden.

[0024] Mit anderen Worten kann gemäß der Erfindung die Relativposition, z.B. der Abstand, der einzelnen Magnete auf einem Magnetsatz zueinander verstellt werden. Auch der Magnetsatz selbst kann somit auf unterschiedliche Mahlgrade bzw. Pulpenzusammensetzungen eingestellt werden.

[0025] Die Erfindung beruht auf folgender Erkenntnis: Um das Separationsergebnis eines Magnetscheiders in Bezug auf Ausbringung und Konzentratqualität bestimmen zu können, müssen entweder externe Parameter, z.B. die Durchflussrate, der Feststoffgehalt oder die Pulpedichte oder interne Maschinenparameter wie die Trommeldrehzahl, die Magnetfeldstärken oder das Magnetfeldprofil angepasst werden. Bekannt ist es, externe Parameter manuell bzw. (teil-) automatisiert einzustellen. Bei den internen Parametern ergeben sich bei Permanentmagnetsätzen jedoch noch die erfindungsgemäßen Möglichkeiten, d.h. generell einige weitere Verstellmöglichkeiten der (einzelnen) Permanentmagnete zueinander sowie relativ zur Trommelwandung - abgesehen von den bereits weiter oben erwähnten Methoden. Es erfolgt also eine Verstellung der Magnete relativ zur Trommelwandung.

[0026] Mit der Erfindung gelingt es, den Separationsprozess ständig am optimalen Arbeitspunkt betreiben zu können, indem der im Trommelscheider befindliche Magnetsatz ein auf das Aufgabegut anpassbares, verstellbares magnetisches Feldprofil aufweist. Dieses ist entscheidend für den Separationserfolg.

[0027] Das Feldprofil wird neben der Magnetpositionierung außerdem durch magnespezifische Eigenschaften beeinflusst, wie z.B. das verwendete Magnetmaterial und dessen remanente Magnetisierung.

[0028] In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Relativposition von außerhalb des Trommelscheiders veränderbar. Insbesondere ist die Relativposition von außerhalb der Trommel veränderbar bzw. verstellbar. Dies ist vor allem wichtig, wenn die Relativposition während des Betriebs des Trommelscheiders verstellt werden soll, da der Innenraum der Trommel im Betrieb nicht erreichbar ist, um dort die o.g. bekannten händischen Verstellungen auszuführen. Durch die Beeinflussung der Relativposition von außerhalb des Trommelscheiders bzw. insbesondere der Trommel ist also die Möglichkeit geschaffen, die Separationseigenschaften, z.B. den magnetischen Spalt, auch während des Betriebs zu verändern und damit das Verhalten des Trennprozesses häufiger als bisher anpassen zu können.

[0029] Ein definiertes Verändern - während des Betriebs - der Geometrie des Magnetsystems, z.B. der Magnetabstände zueinander, ermöglicht es, einen einzelnen Separator flexibler bezüglich der Pulpenzusammensetzung einzusetzen. Eine Separatoranlage mit einer derartigen Verstellmöglichkeit kann ohne eigentliche konstruktive bauliche Modifikation auf Änderungen des Mahlgrades bzw. der Erzzusammensetzung eingestellt oder im laufenden Betrieb angepasst werden.

[0030] In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Relativposition mindestens zweier Magnete unabhängig voneinander veränderbar. Die Veränderung kann also für zwei oder mehr oder alle Magnete unabhängig voneinander erfolgen.

Dies gilt sinngemäß auch für weitere folgende Ausführungsformen, bei denen von "mindestens zwei" Magneten die Rede ist.

**[0031]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Relativposition in Umfangsrichtung und/oder in Radialrichtung zur Rotationsachse veränderbar. Verändert wird also ein Drehwinkel des Magneten um die Rotationsachse. Verändert wird auch der Radialabstand des Magneten zur Trommel bzw. deren Wandung bzw. deren Rotationsachse.

**[0032]** In der Kombination können so effektive Bewegungen auch um eine Achse erfolgen, die zur Rotationsachse parallel verläuft. Ausgeschlossen sind jedoch die o.g. Rotationen der Magnete um sich selbst. Z.B. können so sämtliche Magnete gemeinsam um eine entsprechende Achse rotiert werden, bei ansonsten unveränderter Ausrichtung bzw. Relativposition der Magnete zueinander. Hierdurch ändert sich jedoch die Relativposition der gesamten Magnetanordnung gegenüber der Separationszone bzw. Trommel. Hierbei können also auch einzelne Magnete verschiedene Radialabstände zur Trommel aufweisen. Beispielsweise wird so der Abstand, also Luftspalt zwischen dem Magnetsystem und der Trommel und somit dem zu trennenden Material durch eine radial erfolgende Anhebung des magnetischen Systems weg von der Trommel verändert.

**[0033]** In einer bevorzugten Ausführungsform wird der Abstand zweier Magnete zueinander verändert. Der Abstand kann hierbei z.B. die in Umfangsrichtung um die Rotationsachse gemessene Bogenlänge sein, welche damit veränderbar ist. Mit anderen Worten erfolgt dann eine Verstellung der tangentialem bzw. in Umfangsrichtung der Trommel auftretenden Magnetabstände bzw. der Polmittenabstände (sogenannter "pole pitch").

**[0034]** In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Relativpositionen mindestens zweier Magnete nur abhängig voneinander veränderbar. Mit anderen Worten erfolgt hier eine synchrone Verstellung der betreffenden Magnete, die jedoch nicht unbedingt gleichförmig oder gleichartig sein muss.

**[0035]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind mindestens zwei der Magnete auf einem starren Rahmen angeordnet. Veränderbar ist dann die Relativposition, also z.B. Radialabstand, Drehwinkel oder Kippung des Rahmens zur Rotationsachse. Beispielsweise sind die Magnete auf einem Rahmen in Form eines Kreisbogensegments angeordnet. Der Rahmen ist dann beispielsweise an einem Ende um eine Schwenkachse parallel zur Rotationsachse drehbar gelagert, um diesen verstehen zu können. Damit sind alle am Rahmen befindlichen Magnete mit der Änderung der Rahmenposition wieder radial und in Umfangsrichtung veränderbar, aber auch drehbar um Achse ungleich der Rotationsachse, die jedoch wieder außerhalb der Magnete selbst liegt.

**[0036]** In einer Variante dieser Ausführungsform ist zusätzlich die Relativposition mindestens eines der Magnete zum Rahmen veränderbar. Auch hier ist die effektive Positionsänderung derart zu verstehen, dass sie wie oben in Bezug auf die Rotationsachse erfolgt, also keine Drehung um den Magneten selbst.

**[0037]** In einer weiteren Ausführungsform sind ein oder mehrere Magnete auf einer Schiene verschiebbar gelagert. Z.B. verläuft die Schiene zur Rotationsachse konzentrisch. So erfolgt die Verschiebung von Magneten auf einer Bahn konzentrisch zur Rotationsachse, d.h. mit gleichem Abstand zur Trommel. Die Verschiebung erfolgt also in Umfangsrichtung der Trommel. Auch hier können wieder gleiche oder auch verschiedene Abstände zwischen einzelnen Magneten in Umfangsrichtung eingehalten werden. Verändert wird dann die Verschiebeposition entlang der Schiene. Mit anderen Worten erfolgt hier eine 1D-Führung der Magnete auf der Schiene. Auch die Schiene an sich kann wieder im Sinne des o.g. Rahmens verstanden werden, und ist dann ebenfalls in ihrer Position veränderbar.

**[0038]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform enthält der Trommelscheider einen eine Veränderung der Relativposition mindestens eines Magneten bewirkenden Antrieb. Der Antrieb kann alternativ aber auch auf mindestens zwei der Magnete gemeinsam einwirken. Z.B. wirkt der Antrieb auch auf eine Mehrzahl von Magneten gemeinsam ortsverändernd ein. Hier werden dann über einen einzigen Antrieb z.B. sämtliche Abstände zwischen diesen Magneten oder von Magneten zur Trommel gleichmäßig bzw. proportional verändert, wobei hier auch durchaus verschiedene z.B. bereichsweise unterschiedliche Positions- bzw. Geometrieänderungen erfolgen können. Dies hängt an von der mechanischen Ausführungsform der Koppelung zwischen Antrieb und Bewegung der Magnete. Mit anderen Worten ist so auch eine Synchronverstellung mehrerer Magnete möglich.

**[0039]** In einer bevorzugten Ausführungsform weist der Trommelscheider eine vorgebare Sollgröße für einen Prozesswert im Trommelscheider auf. Der Prozesswert ist eine erfassbare Größe im Trommelscheider, z.B. eine messbare Eigenschaft des Wertstoff- oder Abfallstromes. Der Prozesswert ist wiederum durch den verstellbaren Parameter der Relativposition der Magnete zur Rotationsachse beeinflusst, da dieser wiederum das Scheideverhalten und damit z.B. die Eigenschaften von Wertstoff- und Abfallstrom in Form des Prozesswertes bestimmt. Der Trommelscheider enthält außerdem ein - insbesondere diesem vor-oder nachgelagertes - Messgerät, welches eine Ist-Größe des Prozesswertes ermittelt. Der Trommelscheider enthält auch einen Regler, der derart ausgebildet ist, dass er die Relativposition derart verändert, dass die Ist-Größe auf die Soll-Größe hin eingeregelt wird. Mit anderen Worten ergibt sich so ein insbesondere während des Betriebs des Trommelscheiders arbeitender Regelkreis zur Verstellung des Parameters.

**[0040]** Macht man sich also bestimmte Eigenschaften des Abfallstroms (Tailings) bzw. Wertstoffstromes (Konzentrat) durch Messung von Ist-Werten an dort verfügbaren Prozesswerten zunutze, so kann man diese Ist-Werte mit zuvor definierten Soll-Größen abgleichen und entsprechende Regelungsvorschriften für Parameter des Trommelscheiders abgeben. Die Messungen erfolgen dabei online, d.h. im laufenden Betrieb. Dabei werden Kausalbeziehungen zwischen

Messgrößen, den beeinflussbaren Parametern, also Trennprozess-Parametern und Steuergrößen dahingehend genutzt, dass ein Regelkreis zur automatisierten Maschinenparameterverstellung entsteht. Mögliche Messorte sind hierbei beispielsweise der Konzentratstrom oder der Abfallstrom.

**[0041]** Messgrößen können sein: Messung des Wertstoffgehaltes, z.B. Magnetit-Erz oder Eisen und/oder eine Messung ausgewählter Nichtwertstoffelemente. Hier sind beispielsweise Phosphor oder Siliciumoxid zu nennen. Dies dient der Überwachung maximal zulässiger Nichtwertstoffgehalte. Die Messung ist hier nur im Konzentratstrom sinnvoll. Eine weitere Messgröße ist die Partikelgrößenverteilung des Konzentrats. Als Parameter bei Permanentmagneten stehen z.B. die relativen Positionen der Magnete zueinander oder zur Trommel als Steuerungsgrößen zur Verfügung.

**[0042]** So ist der Aufbau eines Regelkreises bestehend aus einem Soll-Ist-Wert-Vergleich der zu betrachtenden Messgrößen möglich.

**[0043]** Als Messverfahren oder -prinzipien eignen sich beispielsweise Röntgenfluoreszenz zur Messung der Stoffzusammensetzung oder Stoffkonzentration, Laserbeugung (laser diffraction) zur Messung der Partikelgrößen oder Partikelgrößenverteilung. Ultraschall kann zur Messung von Partikelgrößen oder -verteilung und Feststoffkonzentration verwendet werden.

**[0044]** Das Regelziel für eine derartige Regelung hinsichtlich der Produktqualität (Grade) sind beispielsweise die Veränderung der Relativpositionen der Magnete und damit der beeinflussbaren Trennprozessparameter so lange, bis eine gemessene Ist-Wertstoffkonzentration im Konzentratstrom der Soll-Wertstoffkonzentration entspricht. In umgekehrter Weise ist eine Veränderung der Steuergrößen und damit der beeinflussbaren Trennprozessparameter solange denkbar, bis die gemessene Ist-Konzentration des Nicht-Wertstoffes im Konzentratstrom der Soll-Konzentration des Nicht-Wertstoffes entspricht.

**[0045]** Ein Regelziel kann sich auch hinsichtlich des Grades des Ausbringens (recovery) ergeben: hier erfolgt eine Veränderung der Steuergrößen und damit der beeinflussbaren Trennprozessparameter solange, bis die maximal mögliche Ausbringung des Wertstoffs erreicht ist. Auch hier kann alternativ eine Minimierung der Wertstoffmenge im Abfallstrom erfolgen.

**[0046]** Gemäß dieser Ausführungsform wird eine automatisierte Regelelung (closed loop) für den Trommelscheider hinsichtlich der Permanentmagnet- bzw. Elektromagnetsysteme beschrieben, die eine Reaktion auf geänderte Rahmenbedingungen, insbesondere der Erzzusammensetzung im Aufgabegut bzw. der Charakteristik der Pulpe (z.B. Partikelgrößenverteilung, Feststoffgehalt, Magnetitannteil im Feststoff) zulässt. Der Separationsprozess kann dadurch jederzeit am optimalen Arbeitspunkt betrieben werden.

**[0047]** Die Adaption der Relativpositionen der Permanentmagnete eines Magnetsatzes zueinander bzw. relative Position zwischen Magnetsatz und Separationszone, wird also durch einen Regelkreis mit Hilfe eines Soll-Ist-Wert-Vergleichs zwischen vordefiniertem Wert der Regelgröße und gemessenem Ist-Wert durchgeführt. Sowohl die Messung des Ist-Wertes, also auch die Adaption der Steuerungsgrößen erfolgt dabei während des laufenden Betriebs und ermöglichen dadurch eine unterbrechungsfreie Anpassung der Maschinenparameter mit Hilfe der Änderung der beeinflussbaren Trennprozessparameter an die jeweilige Erzzusammensetzung der Maschinenaufgabe. Im Regelkreis beeinflusst die Steuerungsgröße den Trennprozessparameter. Dieser wiederum beeinflusst die Messgröße.

**[0048]** Durch die Verknüpfung der messbaren Regelgröße mit den Steuergrößen zu einem Regelkreis kann die bisher nur durch eine Betriebsunterbrechung mögliche Anpassung der Maschinenparameter auch unterbrechungsfrei und daher mit verkürzter zeitlicher Verzögerung durchgeführt werden. Die Maschine arbeitet stetig am Funktionsoptimum und damit wird ein optimales Trennergebnis auch bei unterschiedlichen Erz- bzw. Pulpenzusammensetzungen gewährleistet.

**[0049]** Mit anderen Worten erfolgt also eine Regelung der Position von einzelnen oder mehreren Permanentmagneten bzw. des gesamten Permanentmagnetsatzes im Verhältnis zur Trommelwandung zum Betrieb am jeweils optimalen Betriebspunkt. Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass zusätzlich zu den o.g. Methoden eine automatisierte Verstellung des Magnetsatzes gemäß einer Regelungslogik erhebliche Vorteile bringt.

**[0050]** Es erfolgt also eine automatisierte Regelung zur Anpassung von magnetischer Feldstärke und Feldprofil bei Permanentmagnetsätzen mithilfe der Änderung der Lage der Permanentmagnete - einzeln oder gesamt - relativ zur Trommelwandung mit dem Ziel, den Separator unabhängig vom zu separierenden Material jeweils am Betriebsoptimum zu betreiben.

**[0051]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist daher der Prozesswert ein Prozesswert des Abfall- und/oder Wertstoffstromes. Dieser ist z.B. der sogenannte "recovery"-Wert im Konzentratstrom.

**[0052]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Prozesswert eine Konzentration eines Stoffes im Wertstoff- oder Abfallstrom. Dieser ist z.B. der sogenannte "grade"-Wert im Konzentratstrom.

**[0053]** Für eine weitere Beschreibung der Erfindung wird auf die Ausführungsbeispiele der Zeichnungen verwiesen. Es zeigen, jeweils in einer schematischen Prinzipskizze:

Fig.1 einen magnetischen Trommelscheider,

Fig.2-3 verstellbare Parameter für die Magnetenordnung aus Fig. 1,

- Fig.4-5 verstellbare Parameter einer alternativen Magnetanordnung,  
 Fig.6-9 weitere verstellbare Parameter einer alternativen Magnetanordnung,  
 Fig.10 ein Blockdiagramm eines Scheideprozesses,  
 Fig.11 ein Blockdiagramm eines Regelprozesses,  
 Fig.12 einen Zusammenhang von grade und recovery,  
 Fig.13 verstellbare Parameter einer alternativen Magnetanordnung.

**[0054]** Fig. 1 zeigt einen Trommelscheider 2. Dieser enthält eine um eine Rotationsachse 4 rotierbare Trommel 6. In einem Innenraum 8 der Trommel 6 befindet sich eine Magnetanordnung 10, welche eine Vielzahl von Magneten 12 enthält. Die Magnetanordnung 10 ist in Bezug auf die Rotationsachse 4 ortsveränderlich angebracht. Das heißt genauer, dass die Magnetanordnung 10 an der gezeigten Stelle in Fig. 1 in der Regel verharrt, während sich die Trommel 6 um die Rotationsachse 4 dreht. Bei in Bezug auf die Trommelrotation vergleichsweise selten stattfindenden Verstellprozessen im Trommelscheider 2 bewegt sich allerdings auch kurzfristig die Magnetanordnung 10 bzw. die Magnete 12 relativ zur Rotationsachse 4. Jedenfalls bedeutet dies in diesem Zusammenhang, dass die Magnetanordnung 10 nicht dauerhaft mit der Trommel 6 mitrotiert.

**[0055]** In einem Außenraum 14 der Trommel 6 befindet sich ein Maschinenbett 16. Zwischen Maschinenbett 16 und Trommel 6 ist eine Separationszone 18 vorhanden bzw. zwischen diesen eingeschlossen. Mit anderen Worten beschreibt die Separationszone 18 den zwischen Maschinenbett 16 und Trommel 6 liegenden Zwischenraum. Der Trommelscheider 2 umfasst außerdem eine Speisevorrichtung 20, welche ein Aufgabegut 22 in Richtung des Pfeils 24 in die Separationszone 18 einspeist. Durch ein von der Magnetanordnung 10 in der Separationszone 18 erzeugtes Magnetfeld 26 erfolgt nun bei rotierender Trommel 6 ein Separationsprozess, aufgrund dessen in Richtung des Pfeils 24 einströmendes Aufgabeguts 22 in einen durch einen Pfeil dargestellten Wertstoffstrom 28 und einen ebenfalls durch einen Pfeil dargestellten Abfallstrom 30 getrennt bzw. separiert oder geschieden wird.

**[0056]** Die Trommel 6 bzw. deren Bewegung, die Ausführung des Maschinenbetts 16 bzw. der Separationszone 18 sowie die Magnetanordnung 10 bzw. das erzeugte Magnetfeld 26 bestimmen ein symbolisch dargestelltes Scheideverhalten 32 des Trommelscheiders 2, welches sich darin ausdrückt, welche Anteile des Aufgabegutes 22 in welcher Menge und Konzentration in den Wertstoffstrom 28 und welche in den Abfallstrom 30 gelangen.

**[0057]** Sämtliche eben genannten Teile des Trommelscheiders 2 sind bezüglich verschiedener Parameter 34 veränderbar. In Fig. 1 sind die Parameter 34 nur symbolhaft dargestellt. Diese Parameter 34 beeinflussen sämtlich das Scheideverhalten 32. Diese Parameter 34 sind während des Betriebs des Trommelscheiders 2, insbesondere während der Zuführung des Aufgabegutes 22 entlang des Pfeils 24 und der Rotation der Trommel 6 um die Rotationsachse 4 veränderbar. Beispiele für veränderbare Parameter 34 sowie deren Variation werden im Folgenden ausführlich erläutert:

**[0058]** Gemäß der Erfindung erfolgt eine Variation eines Parameters 34 in Fig. 1 angedeutet durch zwei Doppelpfeile 36. Der Parameter 34 verändert hierbei die jeweilige Relativposition R der Magnetanordnung 10 relativ zur Rotationsachse 4. Dies ist insbesondere während des laufenden Betriebs möglich. Als Parameter 34 werden hier die x- oder y-Positionen der gesamten Magnetanordnung 10 jeweils in Richtungen senkrecht zur Rotationsachse 4 verändert. Hierdurch verändert sich auch das Magnetfeld 26 in der Separationszone 18 und somit das Scheideverhalten 32.

**[0059]** Fig. 2 und Fig.3 zeigen weitere erfindungsgemäße Varianten für den Parameter 34 zur Veränderung der Relativposition R, deren Änderung ebenfalls das Magnetfeld 26 in der Separationszone 18 verändern. In einer Variante nach Fig.2 werden die jeweiligen Abstände einzelner Magnete 12 der Magnetanordnung 10 zueinander entlang der Doppelpfeile 36 variiert. So variiert deren Abstand in etwa tangentialer Richtung der Trommel 6. In einer Variante in Fig. 3 hingegen wird als Parameter 34 der Radialabstand zwischen einzelnen Magneten 12 der Magnetanordnung 10 und der Trommel 6, wiederum entlang der Doppelpfeile 36 verändert.

**[0060]** Fig. 4 und Fig. 5 zeigen eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform für veränderbare Parameter 34 zur Änderung der Relativlage R. Hier ist wie in Fig. 1 die gesamte Magnetanordnung 10 entlang des Doppelpfeiles 36 in Umfangsrichtung um die Rotationsachse 4 verfahrbar. In diesem Ausführungsbeispiel sind die Magnete 12 jeweils auf einem festen Rahmen 40, durch Punkte symbolisiert, fixiert. Der gesamte Rahmen 40 ist auf einer Achse 38 drehbar gelagert, welche parallel zur Rotationsachse 4 verläuft, hier jedoch nicht mit dieser zusammenfällt. Der Schwenkwinkel um die Achse 38 des gesamten Rahmens 40 stellt einen weiteren Freiheitsgrad in Form eines zu beeinflussenden Parameters 34 dar, wiederum dargestellt durch einen Doppelpfeil 36. Auch hier, wie in Fig.5, kann der Parameter 34 wieder die Relativposition R des Rahmens 40 zur Rotationsachse 4 sein.

**[0061]** Die entsprechende Bewegung wird in Fig. 4 durch einen Antrieb 42 bewerkstelligt, der einerseits an der Rotationsachse 4 und andererseits an dem der Achse 38 gegenüberliegendem Ende des Rahmens 40 angreift. Hier bewirkt die Betätigung des Antriebes 42 eine gemeinsame Verstellung der Relativpositionen R sämtlicher Magnete 12 zur Trommel 6 gemeinsam. Der Parameter 34 ist hier die Stellung des Antriebs. In Fig. 4 sind jeweils zwei Situationen für unterschiedliche Parameter 34 bzw. Relativpositionen R ausgezogen und gestrichelt dargestellt. Ausgezogen ist eine Grundstellung der Magnetanordnung 10 und gestrichelt eine entsprechend mit verändertem Parameter 34 eingestellte Position der Magnetanordnung 10 gezeigt. Mit anderen Worten bewirkt die Schwenkung um die Achse 38 eine Distanz-

verstellung der Magnete 12 zur Separationszone 18.

[0062] Ein Pfeil 44 veranschaulicht die Rotationsrichtung der Trommel 6 im Scheidebetrieb. Die Situationen in Fig. 4 und Fig. 5 zeigen zwei verschiedene Ausführungsformen der Erfindung, bei denen der Rahmen 40 bezogen auf die Trommeldrehrichtung an seinem jeweils anderem Ende auf der Achse 38 gelagert ist. Dies hat zu Folge, dass bei Verstellung des betreffenden Parameters 34 zur Verschwenkung des Rahmens 40 um die Achse 38 verschiedene Geometrien eines Magnetfeldes 26 in der Separationszone 18 entstehen. Einmal ergibt sich in Rotationsrichtung des Pfeils 44 der Trommel 6 gesehen, ein größer, einmal ein kleiner werdender Abstand der Magnete 10 zur Trommel 6. Somit ergeben sich entsprechend grundsätzlich veränderte Separationsverhalten im Trommelscheider 2.

[0063] In Fig. 4 und Fig. 5 erfolgt also eine Veränderung des Abstands zwischen den (Permanent-)Magneten 12 und der Trommel 6 bzw. der Trommelwandung. Dieser Abstand nimmt über den Trommelumfang stetig zu bzw. ab. Zwischen dem Magnetsatz und der Trommelwand werden also in Rotationsrichtung der Trommel 6 gesehen keilförmig zu- oder abnehmende Abstände realisiert.

[0064] Fig. 6 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Trommelscheiders 2 bzw. einer Magnatanordnung 10. Hier sind die einzelnen Magnete 12 in einer Umfangsrichtung um die Rotationsachse 4 auf einer Schiene 46 verschiebbar gelagert, um deren Relativpositionen R zu ändern. Jedem der Magneten 12 ist außerdem ein auf der Schiene 46 um eine Achse 48 drehbar gelagert Zahnrad 50 zugeordnet. An jedem Zahnrad 50 ist drehfest eine Kurbel 52 mit einem Langloch 54 angeordnet. In das Langloch 54 greift ein mit dem Magneten 12 verbundener Zapfen 56 ein. Ein Abstand zwischen den jeweiligen Zapfen 56 und Achsen 48 nimmt entlang der Schiene 46 von Magnetposition zu Magnetposition zu, weshalb auch die Kurkeln 52 jeweils länger werden.

[0065] Eine Veränderung der Magnatanordnung 10 ist derart bewerkstelligt, dass allen Zahnrädern 50 wiederum eine gezahnte Antriebsscheibe 58 zugeordnet ist, die in alle Zahnräder 50 gleichzeitig eingreift. Die Antriebsscheibe 58 ist um eine Antriebsachse 60 drehbar gelagert, welche zur Rotationsachse 4 parallel, jedoch zu dieser exzentrisch versetzt liegt. Wird die Antriebsscheibe 58 um die Antriebsachse 60 gedreht, werden sämtliche Zahnräder 50 um gleiche Drehwinkel bewegt bzw. rotiert und die Kurkeln 52 entsprechend verschwenkt. Durch die unterschiedlichen wirksamen Hebellängen zu den Zapfen 56 werden die Magnete 12 daraufhin auf der Schiene 46 jedoch um unterschiedliche Strecken und daher um unterschiedliche Winkeldifferenzen um die Rotationsachse 4 verschoben. So verändern sich deren Abstände in Umfangsrichtung unterschiedlich. Hier bildet die Drehstellung der Antriebsscheibe 58 um die Antriebsachse 60 einen Parameter 34.

[0066] Fig. 7 und Fig. 8 zeigen eine prinzipiell ähnliche, jedoch alternative Ausführungsform zu Fig. 6. Sämtliche Kurkeln 52 sind wieder vermittels der jeweiligen Achsen 48 drehbar an der Schiene 46 gelagert. Die Kombination aus Zahnrädern 50 und Antriebsscheibe 58 ist hier jedoch ersetzt durch einen Antrieb 62, der auf eine Schubstange 64 einwirkt, welche wiederum mit jeder Kurbel 52 verbunden ist. Ein Verschieben der Schubstange 64 in Umfangsrichtung um die Rotationsachse 4 wirkt daher ebenfalls auf sämtliche Kurkeln 52 in der gleichen Weise wie in Fig. 6.

[0067] Fig. 7 zeigt die Schubstange 64 und beispielhaft drei der Kurkeln 52 in einer Grundstellung. In Fig. 8 ist die Schubstange 64 in Richtung des Pfeils 65 verschoben. Die drei exemplarisch dargestellten Kurkeln 52 rotieren daher um Ihre Achsen 48 um jeweils gleiche Winkel von - im Beispiel - 25°. Aufgrund der jeweils unterschiedlichen Längen  $l_1 > l_2 > l_3$  zwischen Achse 48 und Zapfen 56 verschieben sich die jeweiligen Magnete 12 um unterschiedliche Strecken auf der Schiene 46. Bezogen auf die Rotationsachse 4 ergeben sich so Winkelverstellungen der Magnete 12 von 4°, 3° und 2°.

[0068] Auch die Ausführungsform gemäß Fig. 9 entspricht im Wesentlichen der aus Fig. 6, wobei hier sogar die Zahnräder 50 beibehalten sind. Lediglich die Antriebsscheibe 58 ist durch eine gemeinsam auf alle Zahnräder einwirkende Kette 66 ersetzt, welche von einem Antrieb 68 angetrieben ist.

[0069] In den Figuren 6-9 erfolgt also eine Veränderung der Abstände der einzelnen (Permanent-)Magnete 12 zueinander in Umfangsrichtung der Trommel 6.

[0070] Fig. 10 zeigt schematisch den Erzaufbereitungsprozess in einem Trommelscheider gemäß Fig. 1. Das Aufgabegut 22 wird dem eigentlichen Trennprozess 70 zugeführt, welcher in der Separationszone 18 stattfindet. Gemäß des Scheideverhaltens 32 ergibt sich die Aufteilung des Aufgabeguts 22 in den Wertstoffstrom 28 und den Abfallstrom 30. Nun erfolgt (siehe hierzu auch Fig. 1) eine Konzentratanalyse 72, in welcher eine Ist-Größe I eines mit einem Messgerät 74 gemessenen Prozesswertes 78 ermittelt wird. Fällt der Vergleich zufriedenstellend aus, wird nichts weiter unternommen. Wird eine maßgebliche Abweichung zwischen Soll-Größe S und Ist-Größe I festgestellt, erfolgt entlang des Pfeils 80 eine Adaption von Steuerungsgrößen in Form der Prozessparameter 34, d.h. eine Anpassung der Relativpositionen R der Magnete 12 im Trennprozess 70.

[0071] Fig. 11 schließlich zeigt schematisch die Darstellung eines Regelkreises für den Trennprozess 70, dem als Eingangsgröße die Soll-Größe S zugeführt wird, z.B. eine Eisenkonzentration in Prozent oder eine Gangartkonzentration in Prozent. Verglichen wird die Soll-Größe S mit dem Messergebnis des Messgerätes 74, also dem Prozesswert 78. Der sich hieraus ergebende Fehler  $\Delta e$  wird einem Regler 82 zugeführt. Auf eine Regelstrecke 84, die der Adaption der Steuerungsgrößen, also der Prozessparameter 34 in Form der Relativpositionen R dient, nimmt zusätzlich eine Störgröße 86 Einfluss, woraus sich im Ergebnis die Ist-Größe I ergibt.

[0072] Der Prozesswert 78 ist z.B. eine Konzentration von Eisen in % im Wertstoffstrom 28. Die Störgröße 86 ist der Mahlgrad bzw. alternativ oder zusätzlich der Anteil an Gangpartikeln oder der Aufschlussgrad. Die Ist-Größe I stellt sich dann als tatsächlicher Eisengehalt im Wertstoffstrom 28 ein. Der Prozesswert 78 ist durch das Scheideverhalten 32 eingestellt bzw. durch dieses bedingt und damit ein Maß für das Scheideverhalten 32. Das Scheideverhalten 32 ist durch die Parameter 34 in Form der Relativpositionen R einstellbar, was sich dann auf den Prozesswert 78 auswirkt.

[0073] Werden die Magnete 12 als Elektromagnete ausgeführt, ist zu einem bestimmten Grad die Anpassung des Elektromagnet-Systems, also der Magnetanordnung 10 an die Separationsaufgabe, d.h. das Scheideverhalten 32 über Einstellung des durch den E-Magnet fließenden Stroms I möglich. Dies basiert auf dem Zusammenhang  $B = \mu_0 \mu_r I / n$ , wobei die Stromstärke I von außerhalb der Maschine, also des Trommelscheiders 2 bzw. der Trommel 6 sowohl manuell als auch automatisiert anpassbar ist. Weitere Verstellmaßnahmen in Bezug auf die Relativpositionen R - wie oben erläutert - können dennoch auch bei Elektromagneten 12 notwendig sein, um eine vollständige, flexible Anpassung an das zu separierende Material zu ermöglichen. Darunter fällt z.B. die oben erwähnte Verstellung des Abstands der Elektromagneten 12 zueinander.

[0074] Da Permanentmagnete 12 die Eigenschaft der zur Änderung der Feldstärke zugrunde liegenden anpassbaren Stromstärke I nicht besitzen, kann das magnetische Feld nur durch die o.g. Verschiebung, also Änderung der Relativposition R der (einzelnen) Permanentmagnete 12 in radialer und/oder tangentialer Richtung in Bezug auf die Rotationsachse 4 innerhalb der Trommel 6 erfolgen. Diese Verschiebung soll dabei in einer vorteilhaften Ausführungsform eben nicht manuell, sondern geregelt bzw. automatisiert stattfinden.

[0075] Aufgrund der Verstellung der Magnete 12 relativ zur Trommelwandung der Trommel 6 lassen sich die in der Separationszone 18 existierende magnetische Feldstärke sowie die magnetische Flussdichte des Magnetfeldes 26 verändern. Dies bestimmt die zwei wesentlichen, den Trennerfolg charakterisierenden Größen:

- Grad des Ausbringens ("Recovery r", "Ausbringung"): Dies ist derjenige Anteil eines Stoffs im Eingangsmassenstrom, also dem Aufgabegut 22, der in den Wertstoffstrom 28 ("Konzentrat") ausgebracht wird. Beispielweise erfolgt ein Eingang von 100 t Eisen, 68 t Eisen befinden sich dann noch im Konzentratstrom 28. Die Ausbringung beträgt dann  $r = 68/100 = 68\%$ .
- Eisengehalt im Konzentrat ("Grade of concentrate g", "Anreicherung", "Konzentratqualität"): Dies entspricht dem Wertstoffgehalt des gewünschten Wertstoffs im Konzentratstrom, d.h. Wertstoffstrom 28. Beispielhaft bestehen dann  $g = 60\%$  der Konzentratmenge aus Eisen.

[0076] Fig. 12 zeigt, dass eine negative Korrelation zwischen grade of concentrate g und recovery r besteht. Jeder Separationsprozess muss an ein gewünschtes Separationsziel angepasst werden, das aus einer Kombination aus einem definierten grade g und einer definierten recovery r besteht.

[0077] Ändert sich nun aufgrund der Veränderung der mineralogischen Zusammensetzung der Lagerstätte der in die Separationsanlage, also den Trommelscheider 2 eingegebene Inputstrom (Aufgabegut 22) bzw. dessen Zusammensetzung, kann zur Erhaltung des gleichen grade-recovery-Verhältnisses eine Anpassung des Magnetsatzes, also der Magnetanordnung 10 notwendig sein. Diese Anpassung erfolgt als eine zusätzliche oder sogar substituierende Option zur bisherigen bekannten Veränderung anderer Prozessparameter wie Pulpedichte, Durchfluss, oder einem ausgetauschten Magnetsatz.

[0078] Grade/recovery werden dabei neben der Durchflussrate sowie dem Feststoffgehalt in der Pulp maßgeblich durch die auf die ferro-/ferrimagnetischen Eisenpartikel wirkende magnetische Anziehungskraft, also das Magnetfeld 26 in der Separationszone 18 beeinflusst. Diese wiederum wird selbst durch die magnetische Feldstärke/Flussdichte, magnetische Leitfähigkeit bzw. Suszeptibilität des Eisens, "Vorgeschichte" der Magnetisierung, Partikelvolumen, mineralogische Zusammensetzung der Partikel (Eisengehalt), Partikelform, der Temperatur sowie durch den Abstand der Magnete 12 zueinander beeinflusst.

[0079] Im o.g. Regelverfahren sind folgende Magnetsatzverstellungen und deren Kausalbeziehungen gemäß der nachfolgenden Tabelle denkbar. Es wird dabei jede Kausalbeziehung für sich betrachtet, eine Aussage über die kombinierte Anpassung mehrerer gleichzeitig geänderter Input-Parameter gibt die folgende Tabelle nicht:

	Input-Veränderung	Maschinenanpassung zur Beibehaltung eines konstanten Separationsergebnisses
5	1 Durchfluss steigt / Durchströmungsgeschw. d. Pulpe	→ Hydrodynamischer Widerstand steigt → Magnetische Kraft auf Partikel muss zunehmen → Magnetsatz muss näher an Trommel wandung herangefahren werden bzw. Magnetabstände müssen verringert werden
10	2 Feststoffgehalt sinkt / Pulpedichte sinkt	→ geringere Dichte der Pulpe → geringere Zähigkeit/Viskosität der Pulpe und → geringere Agglomerationswirkung aufgrund weniger Magnetiteilchen/-anteile → Konzentrat wird reiner → Magnetsatz muss weiter von Trommelwandung weggefahren werden
15	3 Mittlere Partikelgröße sinkt	→ Hydrodynamischer Widerstand sinkt → Magnetische Kraft auf Partikel muss abnehmen → Magnetsatz muss weiter von Trommel wandung weggefahren werden bzw. Magnetabstände müssen vergrößert werden
20	4 Eisengehalt in Partikeln sinkt	→ Magnetische Suszeptibilität/ Leitfähigkeit des Partikels sinkt → Magnetische Kraft auf Partikel sinkt → Magnetsatz muss näher an Trommelwandung herangefahren werden bzw. Magnetabstände müssen verringert werden
25	5 Partikelform (Zunahme des Achsenverhältnisses)	→ Abnahme des Entmagnetisierungsfaktors → Resultierendes, auf Partikel wirkendes Feld steigt → Magnetsatz muss weiter von Trommel wandung weggefahren werden bzw. Magnetabstände müssen vergrößert werden
30	6 Temperatur der Pulpe sinkt	→ Suszeptibilität steigt → Magnetische Kraft auf Partikel steigt → Magnetsatz muss weiter von Trommelwandung weggefahren werden bzw. Magnetabstände müssen vergrößert werden
35		
40		

[0080] Bei einer jeweils entgegengesetzt obiger Beschreibung dargestellten Veränderung des Inputs folgt eine dementsprechend entgegengesetzt obiger Beschreibung durchzuführende Maschinenanpassung. Des Weiteren ist zu beachten, dass das hinter diesen Zusammenhängen steckende Wissen nicht trivial ist und zum derzeitigen Zeitpunkt noch nicht in seiner Gesamtheit erschlossen ist.

[0081] Fig. 13 zeigt eine weitere Alternative zur Veränderung der Relativposition R der Magnete 12 zur Rotationsachse 4. Die Magnete werden hier bezüglich einer zur Rotationsachse 4 parallelen Achse 88 bewegt. Jeder Magnet 12 zeichnet sich durch individuelle Verstellmöglichkeit in radialer Richtung aus. Es gilt für die Radien zur Drehachse 88: r1, r2 und r3 können sämtlich paarweise verschieden sein, wobei für die gezeigte Situation gilt: r1 > r2 > r3. Die radiale Verschiebung erfolgt durch elektromechanische Aktoren 90. Das Maschinenbett 16 ist hier als Separatorwanne ausgestaltet. Auch hier ergibt sich die Einstellung eines bestimmten magnetischen Feldprofils. Durch die Einzelpositionierung aller Magnete 12 kann auf das magnetische Feldprofil genauer Einfluss genommen werden als bei synchroner Verstellung der Magnete 12.

55

#### Patentansprüche

1. Magnetischer Trommelscheider (2), mit einer um eine Rotationsachse (4) rotierbaren Trommel (6), mit einer im

Innenraum (8) der Trommel (6) angeordneten, eine Mehrzahl von Magneten (12) aufweisenden Magnetanordnung (10), mit einer im Außenraum (14) der Trommel (6) befindlichen Separationszone (18), die von einem Aufgabegut (22) durchströmbar ist, das in der Separationszone (18) mit Hilfe eines von der Magnetanordnung (10) erzeugten Magnetfeldes (26) gemäß eines Scheideverhaltens (32) des Trommelscheiders (2) in einen Abfallstrom (30) und einen Wertstoffstrom (28) scheidbar ist, bei dem eine Relativposition (R) mindestens eines der Magnete (12) zur Rotationsachse (4) veränderbar ist.

2. Trommelscheider (2) nach Anspruch 1,  
bei dem die Relativposition (R) von außerhalb des Trommelscheiders (2) veränderbar ist.
3. Trommelscheider (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
bei dem die Relativposition (R) mindestens zweier Magnete (12) unabhängig voneinander veränderbar ist.
4. Trommelscheider (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
bei dem die Relativposition (R) in Umfangsrichtung und/oder in Radialrichtung zur Rotationsachse (4) veränderbar ist.
5. Trommelscheider (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
bei dem ein gegenseitiger Abstand mindestens zweier Magnete (12) veränderbar ist.
6. Trommelscheider (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
bei dem die Relativpositionen (R) mindestens zweier Magnete nur abhängig voneinander veränderbar sind.
7. Trommelscheider (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
bei dem mindestens zwei Magnete (12) auf einem starren Rahmen (40) angeordnet sind und die Relativposition (R) des Rahmens (40) zur Rotationsachse (4) veränderbar ist.
8. Trommelscheider (2) nach Anspruch 7,  
bei dem die Relativposition mindestens eines der Magnete zum Rahmen (40) veränderbar ist.
9. Trommelscheider (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
bei dem der Magnet (12) auf einer Schiene (46) verschiebbar gelagert ist.
10. Trommelscheider (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
mit einem eine Veränderung der Relativposition (R) mindestens zweier Magnete (12) gemeinsam bewirkenden Antrieb (42,62).
11. Trommelscheider (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
mit einer vorgebbaren Sollgröße (S) für einen durch das Scheideverhalten (32) beeinflussten Prozesswert (78) im Trommelscheider (2), mit einem eine Ist-Größe (I) des Prozesswertes (78) ermittelnden Messgerät (74), und mit einem Regler (82), der derart ausgebildet ist, dass er die Relativposition (R) derart verändert, dass die Ist-Größe (I) auf die Soll-Größe (S) hin eingeregelt wird.
12. Trommelscheider (2) nach Anspruch 11,  
bei dem der Prozesswert (78) ein Prozesswert des Abfall- (30) oder Wertstoffstromes (28) ist.
13. Trommelscheider (2) nach Anspruch 11 oder 12,  
bei dem der Prozesswert (78) eine Konzentration eines Stoffes im Wertstoff- (28) oder Abfallstrom (30) ist.

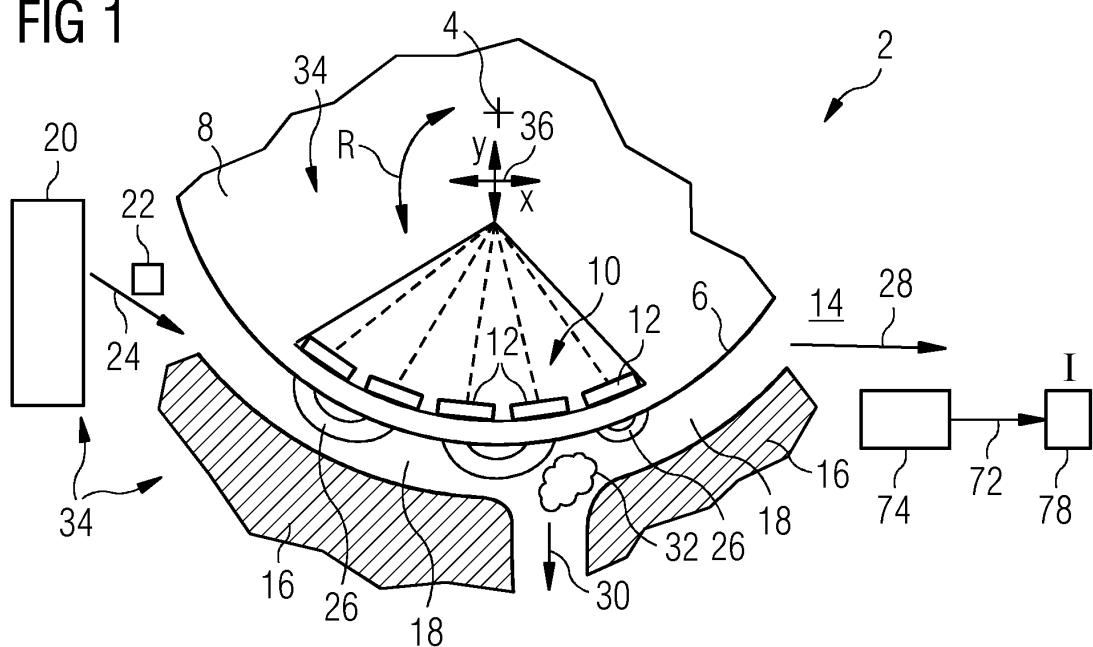
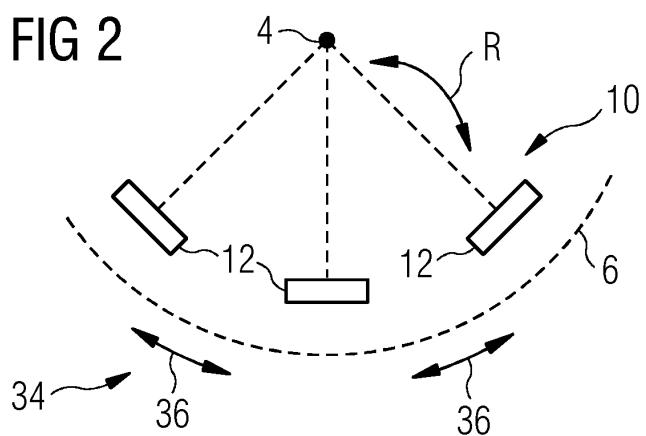
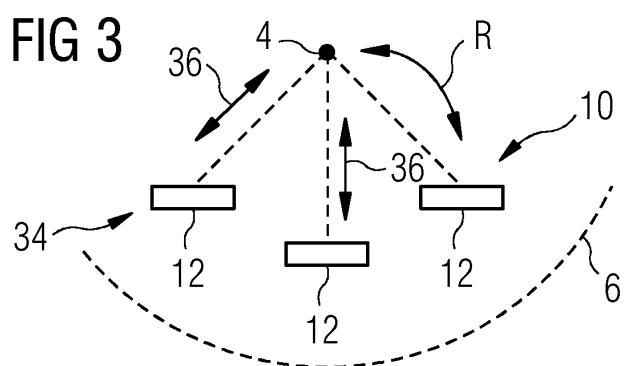
**FIG 1****FIG 2****FIG 3**

FIG 4

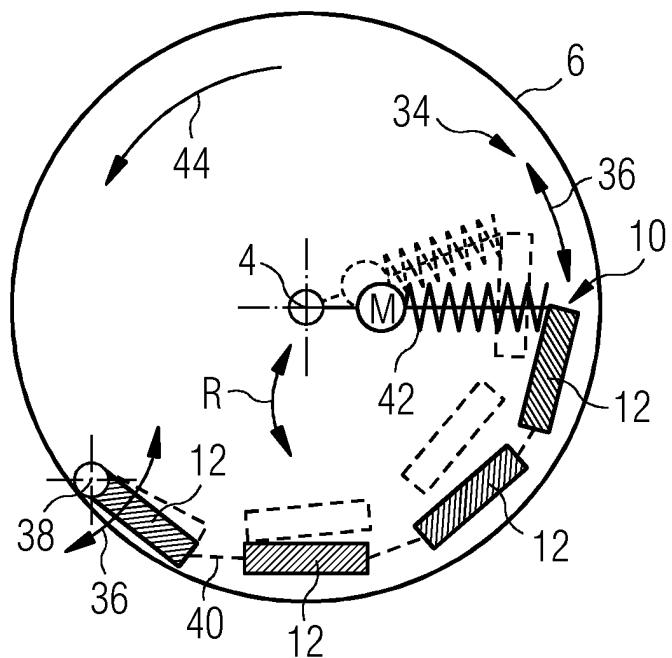


FIG 5

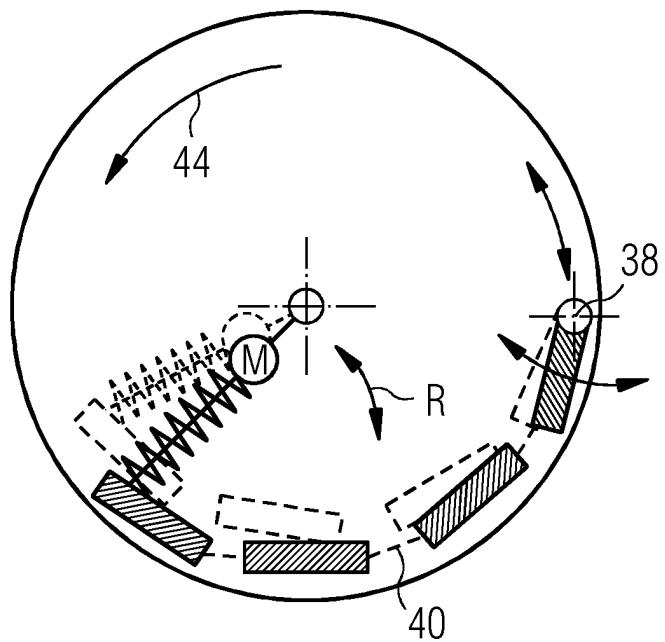


FIG 6

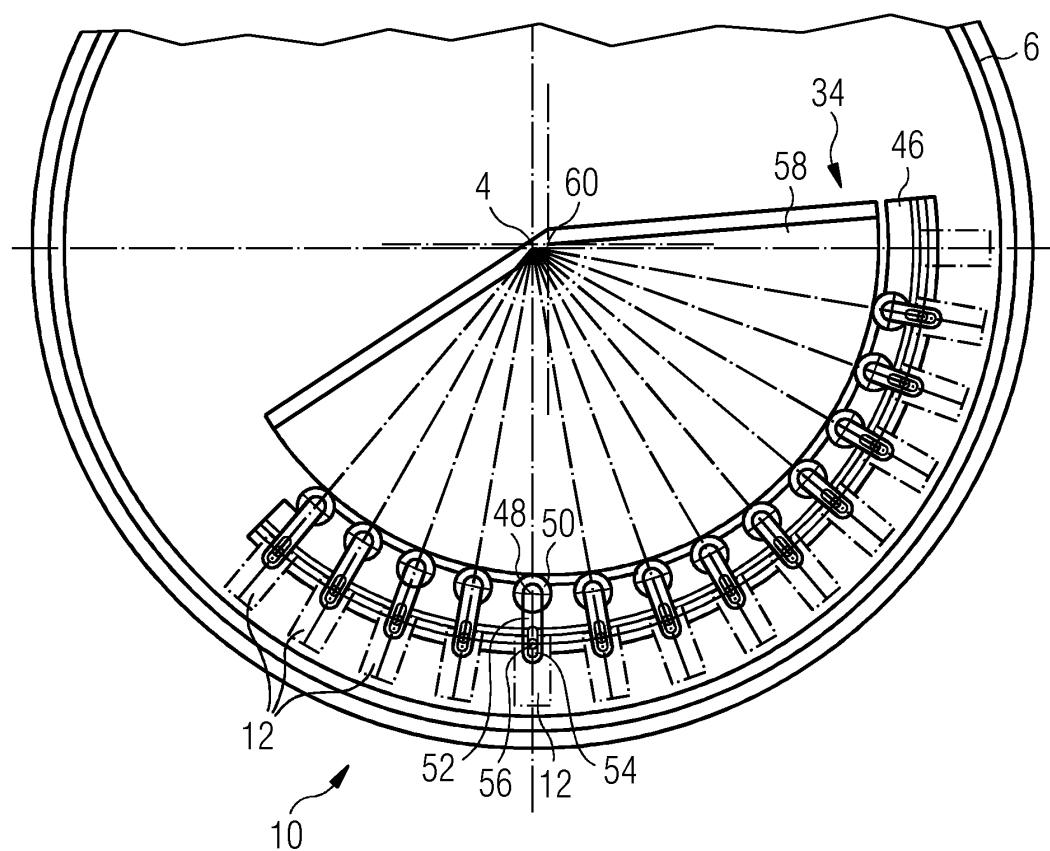


FIG 7

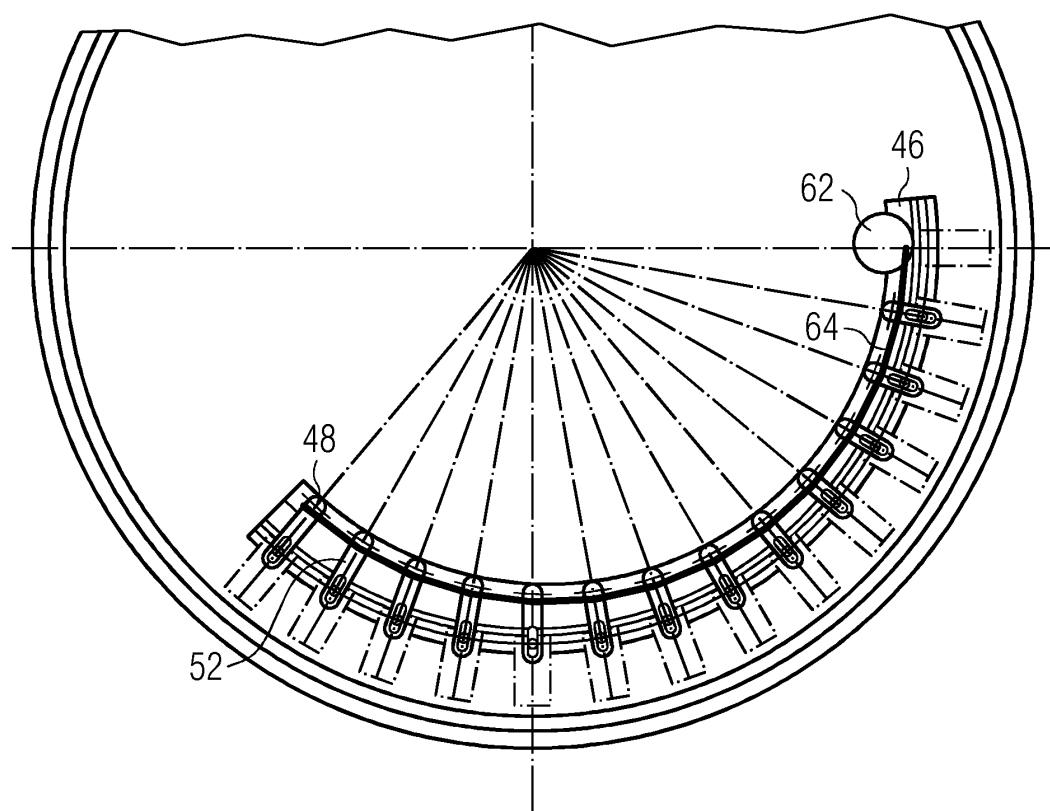


FIG 8

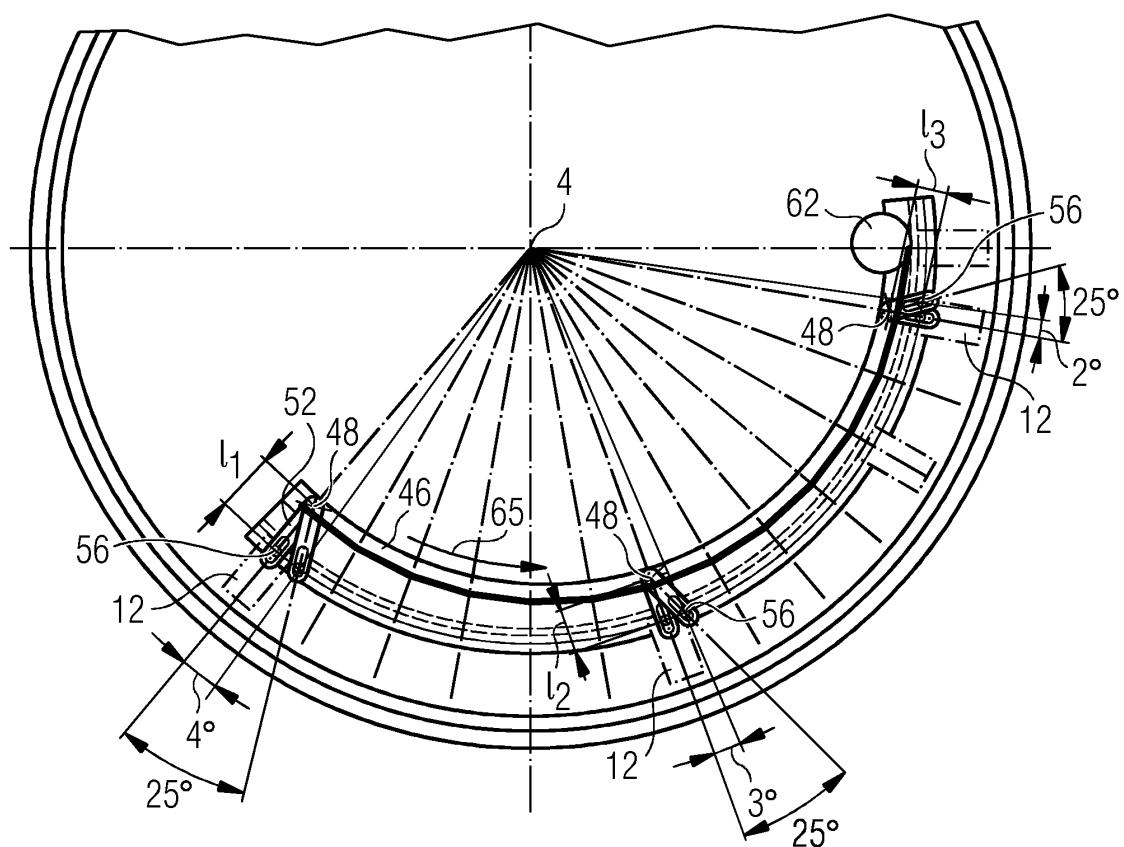


FIG 9

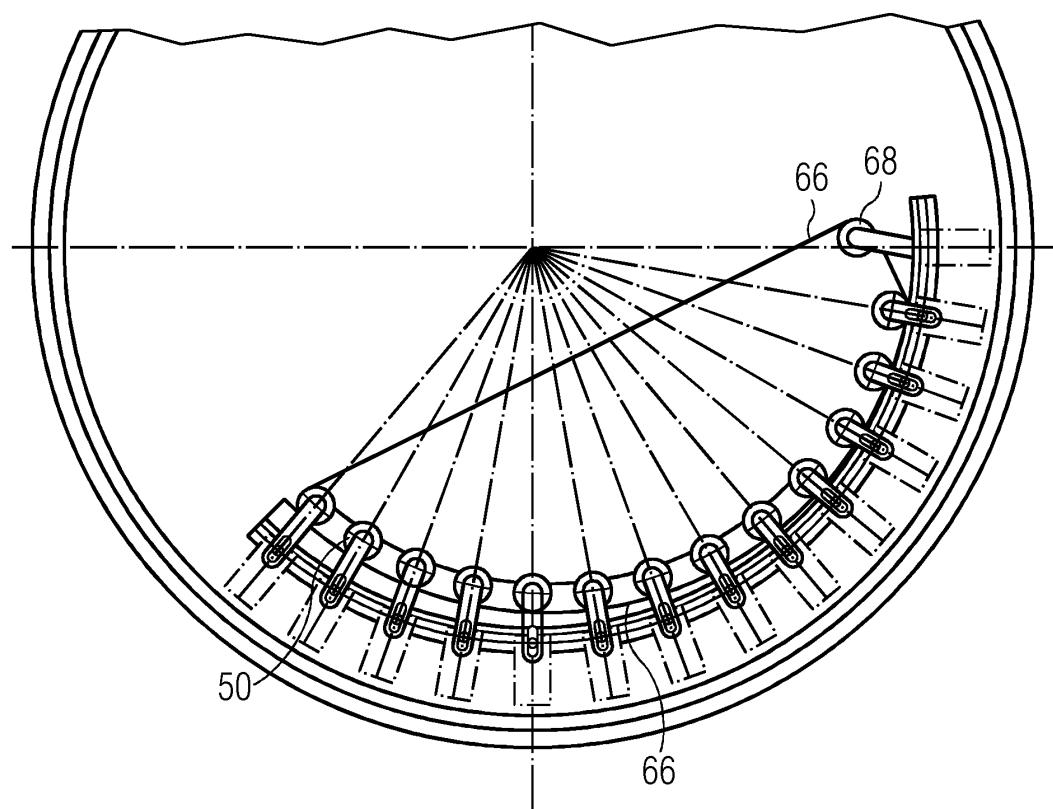


FIG 10

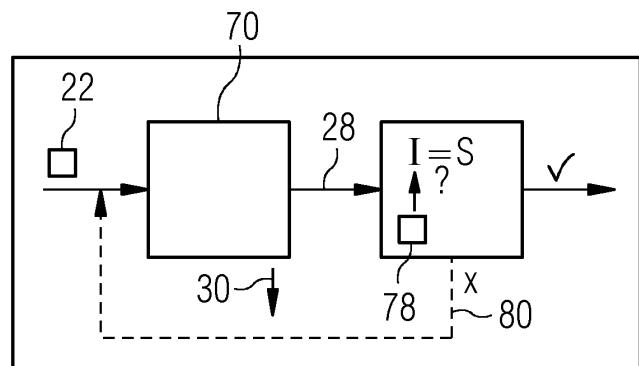


FIG 11

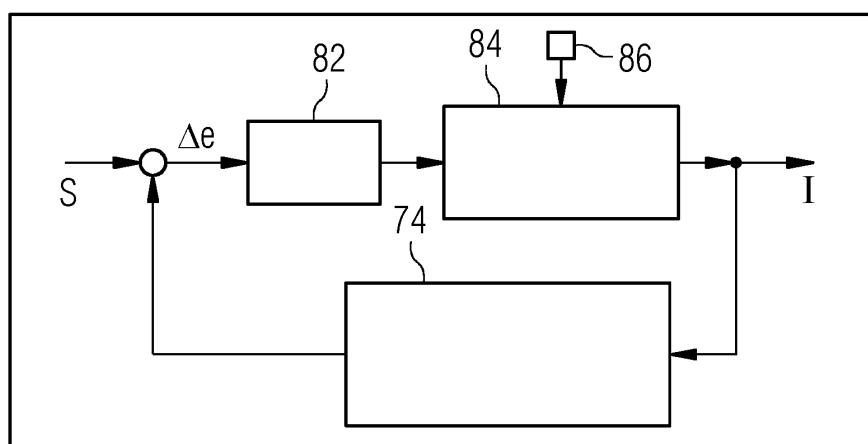


FIG 12

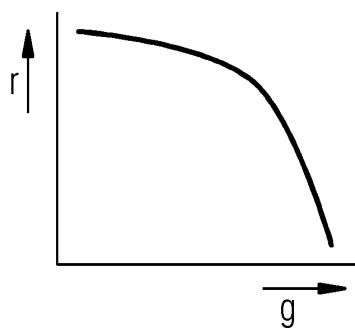
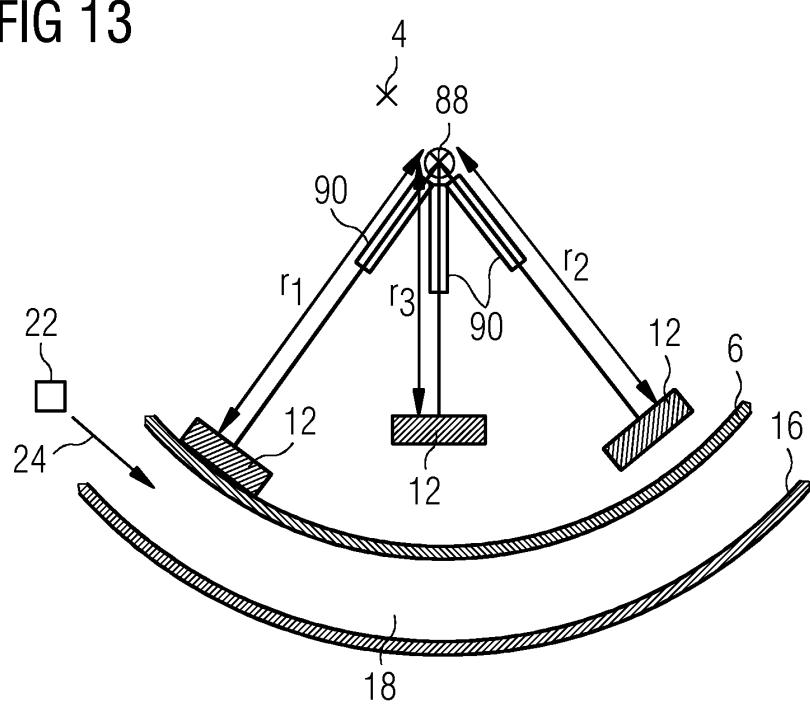


FIG 13





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 11 17 7103

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2011/163015 A1 (SHUTTLEWORTH TIMOTHY G [US] ET AL) 7. Juli 2011 (2011-07-07) * Absatz [0018] - Absatz [0028] * * Abbildungen 1-7 *	1-13	INV. B03C1/14 B03C1/12
X	----- US 2 785 801 A (LAURILA ERKKI A) 19. März 1957 (1957-03-19) * Spalte 1, Zeile 22 - Zeile 24 * * Spalte 1, Zeile 53 - Spalte 2, Zeile 38 * * Abbildungen 1, 2 *	1-13	
X	----- US 1 729 008 A (OSBORNE ET AL.) 24. September 1929 (1929-09-24) * Seite 1, Zeile 44 - Seite 2, Zeile 44 * * Abbildungen 1, 3 *	1-13	
A	----- US 2011/132192 A1 (BATES LYLE [US]) 9. Juni 2011 (2011-06-09) * Absatz [0042] *	1-13	
X	----- GB 100 063 A (KRUPP AG GRUSONWERK [DE]) 11. Mai 1916 (1916-05-11) * Seite 2, sechster Absatz *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	----- GB 152 549 A (FRANCISCO QUINONERO) 21. Oktober 1920 (1920-10-21) * Abbildungen 1, 2 *	2-13	B03C
A	----- DE 84 14 955 U1 (KLÖCKNER-HUMBOLDT-DEUTZ AG) 5. Juni 1985 (1985-06-05) * Seite 4, vierter Absatz *	1-13	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
1	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 23. Januar 2012	Prüfer Menck, Anja
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> 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 Anmelde datum 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 11 17 7103

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

23-01-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2011163015	A1	07-07-2011	US WO	2011163015 A1 2011085001 A2		07-07-2011 14-07-2011
US 2785801	A	19-03-1957	FR GB US	1131337 A 777548 A 2785801 A		20-02-1957 26-06-1957 19-03-1957
US 1729008	A	24-09-1929		KEINE		
US 2011132192	A1	09-06-2011	US WO	2011132192 A1 2011071873 A2		09-06-2011 16-06-2011
GB 100063	A	11-05-1916		KEINE		
GB 152549	A	21-10-1920		KEINE		
DE 8414955	U1	05-06-1985		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**

- US 7841474 B2 [0009]
- RU 2220775 C1 [0010]
- RU 2375117 C1 [0010]
- WO 1998019795 A1 [0011]
- RU 2380164 C1 [0012]