



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 431 426 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 90122453.5

(51) Int. Cl.⁵: **B04B 13/00**

(22) Anmeldetag: 26.11.90

(30) Priorität: 04.12.89 DE 3940057

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.06.91 Patentblatt 91/24

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE ES FR GB IT LI

(71) Anmelder: **Krauss-Maffei Aktiengesellschaft**
Krauss-Maffei-Strasse 2
W-8000 München 50(DE)

(72) Erfinder: **Schilp, Reinhold, Dr. Dipl.-Ing.**
Maistrasse 8
W-8031 Wörthsee(DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Betrieb einer Filterzentrifuge.**

(57) Bei einer Filterzentrifuge wird während des Filtrvorgangs die Füllstandshöhe h zeitabhängig aufgenommen und der Differentialquotient dh/dt gebildet. Aus dem Differentialquotienten dh/dt am Eintauchpunkt der Flüssigkeit in den Filterkuchen wird die erforderliche Trockenschleuderzeit für den Filterkuchen errechnet.

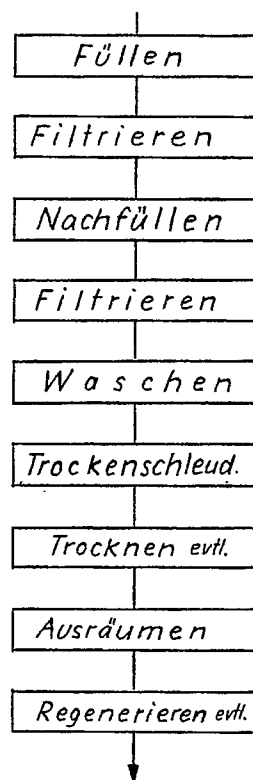


Fig. 1

EP 0 431 426 A1

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM BETRIEB EINER FILTERZENTRIFUGE

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Filterzentrifuge gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Bei der Trennung von Suspensionen in einen Feststoffanteil und einen Flüssigkeitsanteil ist es wünschenswert, bei maximaler Durchsatzleistung in dem verbleibenden Feststoffanteil, dem sogenannten
5 Filterkuchen, eine vorgegebene Restfeuchte einzuhalten.

Durch schwankende Feststoffkonzentrationen der Suspensionen im Zulauf werden innerhalb der Zentrifugentrommel unterschiedlich hohe Kuchenstärken aufgebaut. Um den Zentrifugenfüllraum nicht zu überfluten, muß durch Schließen eines Füllventils im Zulauf die Füllung beendet werden, sobald ein maximal zulässiger Füllstand in der Zentrifuge erreicht ist.

10 Durch die einsetzende Filtration nimmt der Pegelstand in der rotierenden Trommel abhängig von den Filtrationseigenschaften mehr oder weniger schnell ab. Damit eine bestimmte Höhe des Filterkuchens in der Trommel erreicht werden kann, wird ein oder mehrere Male Suspension in der Trommel bis zur maximalen Füllhöhe nachgefüllt, wobei der Füllstand mittels eines Füllstandsreglers überwacht wird. Zusätzlich kann dabei noch ein Sensor eingesetzt werden, der eine Änderung der Oberflächenbeschaffenheit des Filtergutes
15 in der Trommel erfassen kann, sodaß der Zeitpunkt des Eintauchens der Flüssigkeitsoberfläche in den Filterkuchen festgestellt werden kann. Ein solcher Sensor ist zum Beispiel in der DE-OS 37 26 227 offenbart.

Auf diese Weise ist es zwar möglich, den Zentrifugetrieb ergebnisabhängig zu steuern, sodaß die Neubefüllung genau dann eingeleitet wird, wenn die gesamte Filterflüssigkeit in den Filterkuchen eingetreten ist oder ein sich dem Filtrationsvorgang anschließender Wasch- bzw. Trockenschleudervorgang gestartet
20 wird. Andererseits besteht jedoch das Problem, daß die Filtrationseigenschaften in der Trommel nicht konstant sind, z. B. wegen unterschiedlichen Korngrößen der Feststoffe im Filterkuchen, geänderter Filterkuchendicke, geänderter Zusammensetzung der Suspension oder wechselnder Eigenschaften der nach dem Abschälen des Filterkuchens in der Trommel verbleibenden Grundschrift. Diese Schwankungen
25 können im allgemeinen nicht zuverlässig erfasst werden, sodaß die durch den Sensor ausgelösten Prozesse im wesentlichen über vorher festgelegten Taktzeiten aufrecht erhalten werden.

Die Wahl dieser Taktzeiten für die Steuerung des Filtrationszyklus erfolgt dabei nach Erfahrungswerten, und um zu verhindern, daß zu früh mit dem Waschen begonnen wird oder der rotierende Filterkuchen beim Ausschälen noch zu feucht ist, werden die manuell vorgegebenen Taktzeiten sicherheitshalber länger
30 gewählt, als es vom jeweiligen Filterkuchen her erforderlich wäre. Diese unwirtschaftlichen Verlängerungen der einzelnen Zykluszeiten ergeben in der Summe eine drastische Leistungsminderung der Filtrationszentrifugen und eine Schwankung der Restfeuchte der einzelnen Filtrationschargen.

Dementsprechend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die einzelnen Zykluszeiten trotz Schwankungen der Filtrationsbedingungen zu minimieren und die Durchsatzleistung der Filterzentrifuge bei gleichbleibendem Auswaschgrad und konstanter niedriger Endrestfeuchte erheblich zu steigern.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch die in Patentanspruch 1 angegebenen Merkmale; die Unteransprüche betreffen vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird mit einer Meßeinrichtung die Füllstandshöhe in der rotierenden Zentrifugentrommel kontinuierlich oder in Zeitintervallen gemessen und der zeitliche Verlauf der Füllstandshöhe registriert. Zusätzlich werden die Eintauchpunkte der Mutterlauge bzw. der Waschflüssigkeit
40 in den Filterkuchen bestimmt, d. h. die Zeitpunkte, bei denen die Flüssigkeit soweit abfiltriert ist, daß sie im Filterkuchen zu verschwinden beginnt. Aus der zeitlichen Veränderung der Füllhöhe und den Eintauchzeitpunkten werden auf die optimale Zahl der Füllzyklen, den optimalen Beginn des Waschzyklus und die erforderliche Trockenschleuderzeit geschlossen, sodaß bei minimaler Gesamtzykluszeit eine gewünschte
45 Endrestfeuchte des Filterkuchens erreicht wird.

Auf diese Weise werden Füll-, Entfeuchtungs- und Waschvorgang in der Filterzentrifuge unabhängig von Aufgabeschwankungen so gesteuert, daß bei konstantem Auswaschgrad und gleichbleibender Endrestfeuchte die Durchsatzleistung jeweils maximiert wird.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß sich in der Geschwindigkeit der Höhenabnahme der Flüssigkeiten sämtliche Schwankungen und Unwägbarkeiten ausdrücken, die Filtrations-, Wasch- und Trockenschleuderzeiten beeinflussen. Diese können in den Suspensionseigenschaften wie Kornform, mittlere Korngröße (d-p50), Form und Steigung der Summenkurve der Korngrößenanalyse, Feinanteile, Zulaufkonzentration, Flüssigkeitstemperatur, -viskosität, Grenzflächenspannung etc. liegen oder auch durch die Betriebseigenschaften der Filtermedien oder der Filterzentrifuge begründet sein.

Schwankungen von Charge zu Charge können durch abgeänderte Zykluszeiten ausgeglichen werden

und Fehlchargen, deren Feststoffaustrag zu feucht ist, werden vermieden. Erforderliche Regenerations-schritte wie Grundsichtrückspülen, Grundsichtausräumen oder Filtermedium regenerieren werden angezeigt und automatisch ausgelöst. Trotz einer diskontinuierlichen Fahrweise wird eine gleichmäßige Produktqualität erreicht und nachgeschaltete Einrichtungen wie Trockner etc. können bis an ihre Leistungsgrenze gefahren werden.

Ausführungsformen der Erfindung werden anhand der beigefügten Zeichnungen erläutert; es zeigt:

Fig. 1 ein Flußdiagramm der Arbeitsvorgänge einer diskontinuierlichen Filterzentrifuge,

Fig. 2 den zeitlichen Verlauf der Füllhöhen in der Zentrifugentrommel,

Fig. 3 den Einfluß der meßbaren Parameter auf die Trockenschleuderzeiten,

Fig. 4 den Einfluß von Änderungen des Suspensionszulaufes auf den zeitlichen Füllhöhenverlauf und

Fig. 5 ein Blockschaltbild einer Meßanordnung.

Die in einer diskontinuierlichen Filterzentrifuge nacheinander ablaufenden Arbeitsvorgänge sind in Figur 1 dargestellt. Auf mehrere Filtervorgänge, in denen sich ein Filterkuchchen mit der gewünschten Dicke ausgebildet hat, folgt das Waschen des Filterkuchens mit einer Waschflüssigkeit, die in die Trommel eingebracht wird und durch den Filterkuchen gelangt.

Anschließend wird der Filterkuchen ohne Zugabe weiterer Flüssigkeit im Trockenschleudervorgang getrocknet. Diesem Trockenschleudervorgang kann gegebenenfalls noch ein weiterer Trocknungsvorgang folgen, in dem dem Filterkuchen z. B. durch Zuführung von Heißluft o. dgl. Flüssigkeit entzogen werden kann.

Der getrocknete Filterkuchen wird dann aus der Zentrifugentrommel ausgeräumt, beispielsweise mittels eines in der Zentrifugentrommel angeordneten Schälmessers. Danach kann die Zentrifugentrommel entweder erneut gefüllt werden, oder es schließt sich ein Regenerationsvorgang an. Bei diesem Regenerationsvorgang wird der beim Abschälen in der Trommel verbleibende Feststoffanteil, die sogenannte Grundschicht, zum Beispiel durch Rückspülen entfernt, und gegebenenfalls werden Filter ausgetauscht.

Figur 2 zeigt den zeitlichen Verlauf der Füllstandshöhe sowie der Filterkuchendicke bei den oben dargestellten Arbeitsvorgängen der Filterzentrifuge für einen Arbeitszyklus. Zunächst wird die Trommel mit Suspension gefüllt, die anschließend abfiltriert wird. Dabei nimmt die gesamte Füllstandshöhe in der Trommel ab und der Filterkuchen wird mit zunehmender Höhe abgelagert. Wenn oberhalb des Filterkuchens keine Flüssigkeit mehr vorhanden ist, d. h. der Eintauchpunkt für die Mutterlauge erreicht ist, wird die Trommel erneut gefüllt und der Filtrationsvorgang wird fortgesetzt. In Figur 2 sind nur zwei Filtrationszyklen dargestellt; bei Bedarf können aber weitere Filtrationszyklen folgen, bis die gewünschte Filterkuchendicke erreicht ist.

Nach dem Erreichen des letzten Eintauchpunktes W der Mutterlauge wird der Waschvorgang begonnen, bei dem der Trommel eine Waschflüssigkeit zugeführt und durch den Filterkuchen durch zentrifugieren abfiltriert wird. Sobald die Waschflüssigkeit vollständig in die Oberfläche des Filterkuchens eingedrungen ist, das ist der Eintauchpunkt ET, wird der Filtervorgang ohne Zuführung weiterer Flüssigkeit mit dem Trockenschleudervorgang fortgesetzt. Anschließend wird die Trommel ausgeräumt und gegebenenfalls regeneriert.

Die gesamte Zykluszeit t ist bei schwer filtrierbaren Produkten relativ groß, wobei insbesondere der für das Trockenschleudern benötigte Zeitanteil bestimmend ist. Während des Trockenschleudervorgangs nimmt die Höhe des Filterkuchens nur unwesentlich ab.

Figur 3 zeigt schematisch die Höhenabnahme der aufgegebenen Waschflüssigkeit vor der Trockenschleuderphase. Die abnehmende Schichthöhe h wird in regelmäßigen zeitlichen Abständen gemessen und gespeichert und aus der Höhenabnahme der über dem Filterkuchen stehenden Waschflüssigkeitsschicht wird in einem Prozeßrechner laufend der Differentialquotient dh/dt gebildet. Die gesamte Schichthöhe nimmt ab, bis die Filterkuchendicke h_{ET} erreicht ist, bei der die Flüssigkeit an der Kuchenoberfläche verschwindet und in den Filterkuchen eintaucht. Die zu diesem Eintauchpunkt gehörende Zeit t_{ET} wird registriert. An diesem Zeitpunkt beginnt die Schleuderzeit t_s zum Trockenschleudern des Feststoffkuchens. Diese für die Zyklusdauer wesentliche Zeit t_s läßt sich aus den bei jeder Charge gemessenen Werten h_{ET} und dh/dt und einer von den Maschinendaten (Größe) und der Trommeldrehzahl abhängigen Konstanten K ermitteln.

Die im Betrieb schwankenden Filtrationseigenschaften sind abhängig von den schwankenden Suspensionseigenschaften wie Kornform, mittlere Korngröße (d_{p50}), Form und Steigung der Summenkurve der Korngrößenanalyse, Feinanteile, Zulaufkonzentration, Flüssigkeitstemperatur, -viskosität, Grenzflächenspannung etc. Diese Produkteigenschaften werden durch die Parameter h_{ET} und dh/dt ausreichend genau erfaßt.

Die für die jeweilige Charge zur Erreichung der gewünschten Restfeuchte erforderliche Trockenschleuderzeit t_s errechnet sich aus:

$$t_S \sim K^a \{h_{ET}/h_{ETO}\}^b \quad t_{SO} \{ (dh/dt)_O / (dh/dt) \}^c$$

Das Verhältnis der Filterkuchenhöhen beim Eintauchen der Waschflüssigkeit (h_{ET}) und beim Eintauchen der Mutterlauge (h_{ETO}) wird gebildet; die Abnahmegeschwindigkeiten beim Eintauchen der Mutterlauge $(dh/dt)_O$ und beim Eintauchen der Waschflüssigkeit (dh/dt) werden berechnet und ebenfalls ins Verhältnis gesetzt. Die so ermittelten Werte werden mit den Exponenten b bzw c potenziert und mit dem Wert K^a , der von dem Maschinendaten abhängt, multipliziert. Schließlich wird der so erhaltene Wert noch mit einem Zeitwert t_{SO} für einen normalen Trockenschleudervorgang multipliziert. Die Größe t_{SO} kann berechnet, aus einem Erfahrungswert gebildet oder bei einem vorhergehenden Schleudervorgang gemessen werden. Die konstanten Exponenten a, b und c können berechnet oder durch Versuche ermittelt werden; sie ändern sich bei den einzelnen Chargen nicht.

Es ist auch möglich, statt der Werte für das Eintauchen der Mutterlauge ($h_{ETO}, (dh/dt)_O$) vorher aus einem anderen Schleudervorgang ermittelte Werte zu verwenden oder konstante Werte in einer Konstanten C zusammenzufassen, sodaß

$$t_S \sim C h_{ET}^b / (dh/dt)^c \quad \text{ist.}$$

20

Ferner ist es vorteilhaft, die konstanten a, b, c, K, t_{SO} während des Betriebs der Zentrifuge in aufeinanderfolgenden Durchläufen gegebenenfalls zu optimieren.

Figur 4 zeigt den zeitlichen Füllhöhenverlauf für zwei unterschiedlich filtrierende Produkte aufgrund des Einflusses des chargenabhängigen Suspensionszulaufs. Die durchgezogene Linie gibt den normalen Chargenablauf wieder mit den Arbeitsgängen:

Füllen, Filtern, Waschflüssigkeitszugabe, Abschleudern
bis zum Eintauchpunkt ET_0 , Trockenschleudern,
Ausräumen

Die gestrichelte Linie zeigt im Vergleich dazu den Chargenablauf bei Kornvergrößerungen und Erhöhung der Zulaufkonzentration. Die Anstiegsgeschwindigkeit ist beim Füllen etwas geringer, da das Produkt besser filtert. Nach dem Erreichen des maximalen Pegelstandes wird das Füllventil geschlossen und der Flüssigkeitspegelstand fällt steiler ab. Nach dem Erreichen des Filtrat-Eintauchpunktes W_1 kann sofort mit der Waschflüssigkeitszugabe begonnen werden; der Pegelstand sinkt schneller ab. Nach dem Eintauchpunkt ET_1 beginnt die Trockenschleuderphase, die wegen des steilen Abfalls $(dh/dt)_1$ sehr viel kürzer sein kann als im Normalfall. Wenn die gewünschte Restfeuchte erreicht ist, kann bereits bei R_1 mit dem Ausräumen begonnen werden. Anschließend kann der Zyklus wiederholt werden.

Figur 5 zeigt eine schematische Darstellung der Prozeßsteuerung. Die an der Zentrifuge in Abhängigkeit von der Zeit zu messenden Größen h und h_{ET} werden dem Rechner eingegeben. Aus dem Differentialquotienten dh/dt während des Abfiltrierens der Mutterlauge am Punkt W und dem Differentialquotienten dh/dt während des Waschflüssigkeitsablaufs am Punkt ET wird die chargenabhängige Änderung der erforderlichen Trockenschleuderzeit zum Erreichen einer bestimmten Restfeuchte am Punkt R in einem Prozeßrechner berechnet und als Taktzeit vorgegeben. Bei der Bestimmung der Abnahmegeschwindigkeit des Flüssigkeitspegels in der rotierenden Zentrifugentrommel kann statt des Differentialquotienten dh/dt auch der Mittelwert aus dem linearisierten Höhenabnahmeverlauf über der Zeit bzw. der Differenzenquotient $\Delta h/\Delta t$ der Größen ermittelt werden. Dabei kann als Prozeßrechner ein Analogrechner oder ein Digitalrechner eingesetzt werden.

50 Ansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Filterzentrifuge in sich wiederholenden Filtrationszyklen, wobei jeder Zyklus das ein- oder mehrmalige Füllen der Zentrifugentrommel mit Suspension, das Trennen der Suspension in einen Feststoffanteil und eine Flüssigkeit, das anschließende Trockenschleudern des Feststoffanteils und das Ausschälen des nach dem Trockenschleudern verbleibenden Feststoffanteils, gegebenenfalls auch ein Waschen des Feststoffanteils vor dem Trockenschleudern umfaßt, und wobei der Füllhöhenstand in der Zentrifugentrommel und der Zeitpunkt des Eintauchens der freien

Flüssigkeitsoberfläche in den Feststoffanteil erfaßt wird, dadurch **gekennzeichnet**,

daß die zeitliche Veränderung des Füllhöhenstandes (h) ermittelt und in Abhängigkeit von der Veränderung der Trockenschleudervorgang gesteuert wird.

- 5 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Veränderung aus dem Differentialquotienten (dh/dt) aus der Füllstandshöhe (h) und der Zeit (t) ermittelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Veränderung aus dem Differenzenquotienten $(\Delta h/\Delta t)$ aus der Füllstandshöhe (h) und der Zeit (t) ermittelt wird.
- 10 4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß aus der Veränderung der Eintauchzeitpunkt der freien Flüssigkeitsoberfläche ermittelt wird.
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erforderliche Trockenschleuderzeit (t_s) ermittelt wird.
- 15 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Trockenschleuderzeit nach der folgenden Formel berechnet wird

20

$$t_s \sim K^a \{h_{ET}/h_{ETO}\}^b t_{SO} \{ (dh/dt)_O / (dh/dt) \}^c,$$

- | | | |
|----|---|--|
| 25 | wobei: K
a,b,c
h_{ETO}
t_{SO}
h_{ET}
h | eine von den Maschinendaten abhängige Konstante,
feste Exponenten,
Höhe des Filterkuchens beim Eintauchen der Filterflüssigkeit
eine vorgegebene Zeitspanne
Höhe des Filterkuchens beim Eintauchen der Waschflüssigkeit,
die veränderliche Füllstandshöhe und |
| 30 | t_s | die Trockenschleuderzeit sind. |

7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 mit einem die Füllstandshöhe (h) ermittelnden Sensor und einer Steuereinrichtung für die Zentrifuge, gekennzeichnet durch einen mit dem Sensor und der Steuereinrichtung verbundenen Prozeßrechner zur zeitlichen Erfassung und Speicherung der Sensorsignale und zur Ermittlung der zeitlichen Veränderung des Füllhöhenstandes in der Zentrifugentrommel.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Prozeßrechner ein Analogrechner ist.
- 40 9. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Prozeßrechner ein Digitalrechner ist.

45

50

55

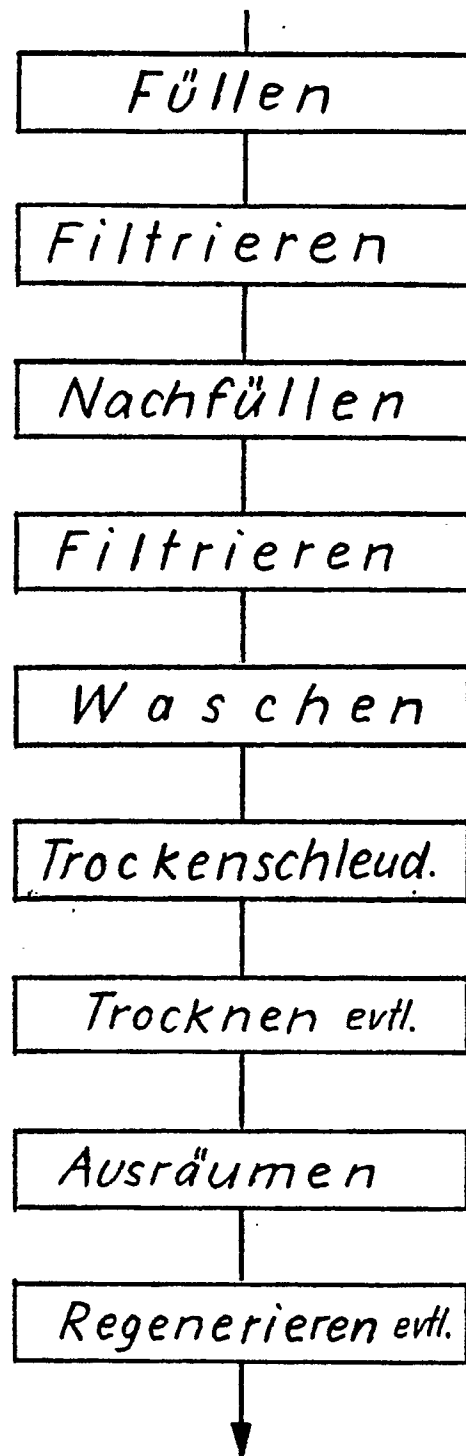


Fig. 1

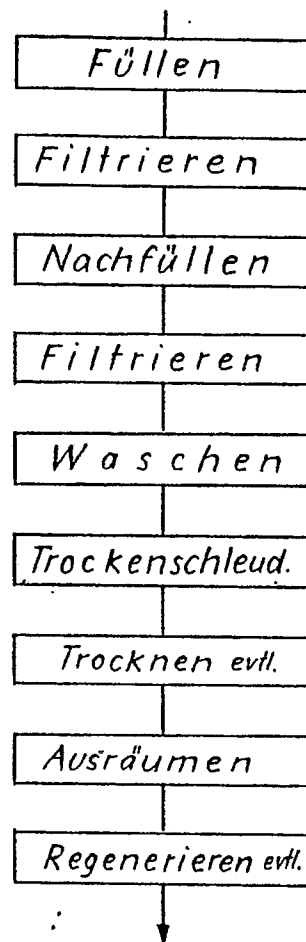


Fig. 1

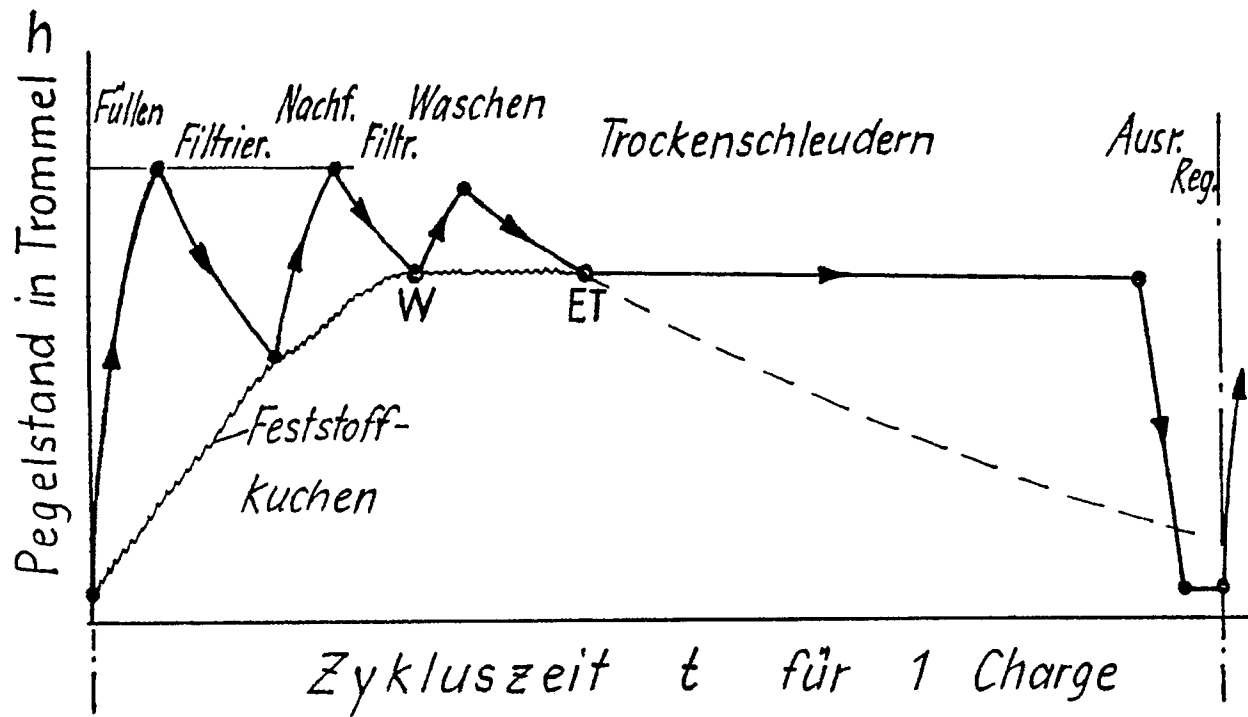


Fig. 2

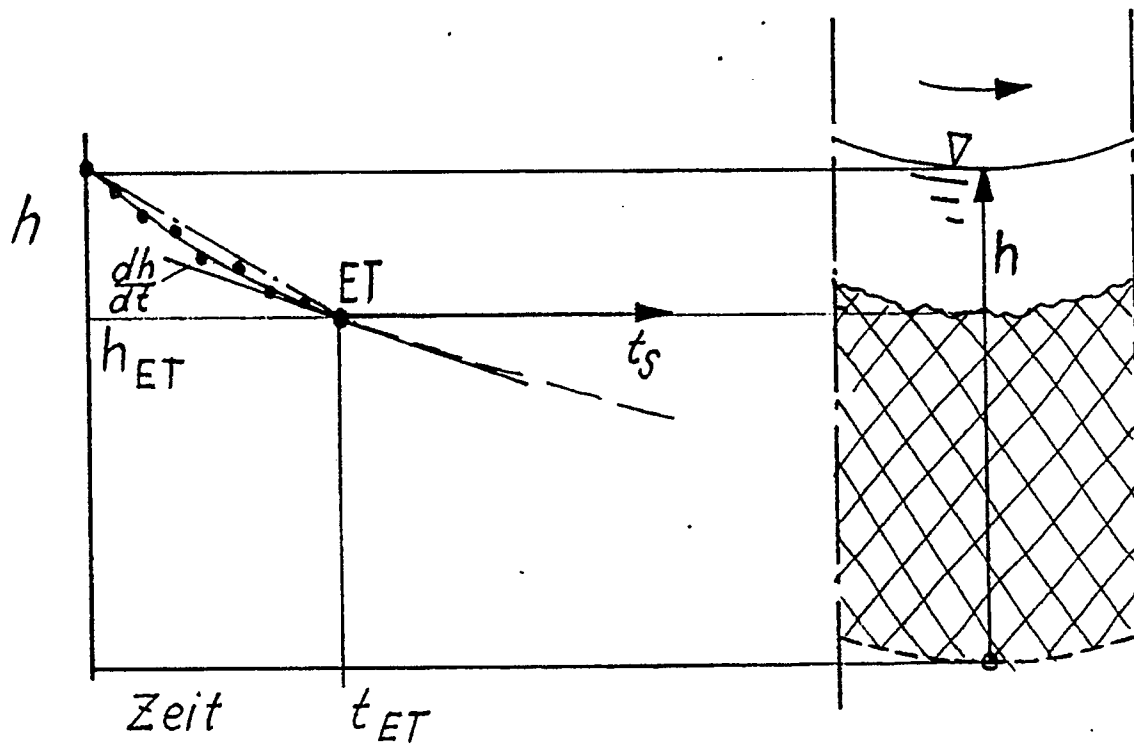


Fig. 3

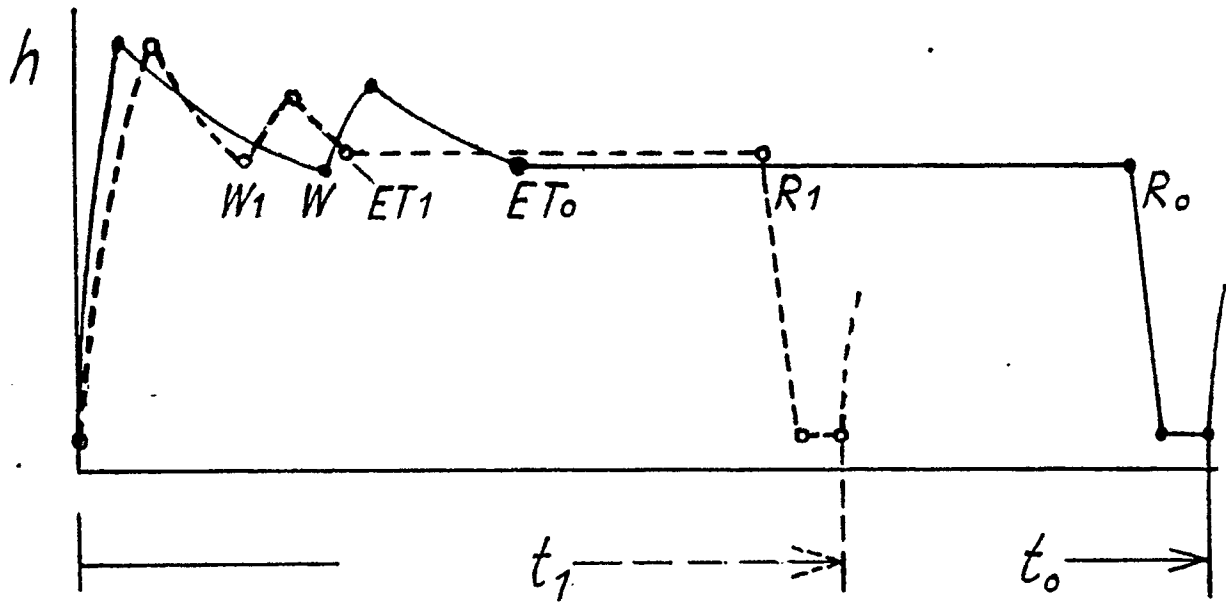


Fig. 4

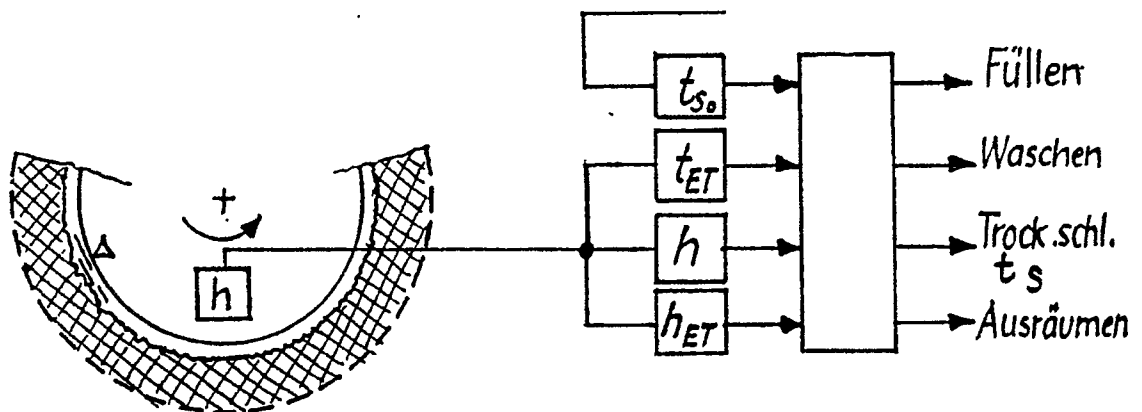


Fig. 5



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 90 12 2453

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X,Y	DE-C-3 822 225 (LABORATORIUM PROF.DR.RUDOLF BERTHOLD) * das ganze Dokument * - - -	1-3,5,4, 7-9	B 04 B 13/00
Y,A	DE-A-3 515 915 (BRAUNSCHWEIGISCHE MASCHINEN-BAUANSTALT AG) * Seite 5, Zeile 3 - Seite 10, Zeile 3 * - - -	4,1-3	
Y,A	DE-C-3 615 013 (KRAUSS-MAFFEI A.G.) * Spalte 1, Zeile 53 - Spalte 5, Zeile 17 * - - - - -	7-9,1-3	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			B 04 B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		07 März 91	OECHSNER DE CONINCK
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 Patentedokument, 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			