

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

11

Veröffentlichungsnummer:

**0 342 340
A2**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21

Anmeldenummer: 89105487.6

51

Int. Cl.4: **F27B 7/20 , F27D 13/00**

22

Anmeldetag: 28.03.89

30

Priorität: 20.05.88 DE 3817355

43

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.11.89 Patentblatt 89/47

84

Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT

71

Anmelder: **KRUPP POLYSIUS AG**
Graf-Galen-Strasse 17
D-4720 Beckum(DE)

72

Erfinder: **Rother, Wolfgang, Dipl.-Ing.**
Anton-Aulke-Weg 4
D-4740 Oelde(DE)
Erfinder: **Schmits, Heinz-Herbert, Dipl.-Ing.**
Berliner Strasse 6a
D-4840 Rheda-Wiedenbrück(DE)
Erfinder: **Thiemeyer, Heinz-Werner, Dipl.-Ing.**
Rottendorfstrasse 2
D-4722 Ennigerloh(DE)

74

Vertreter: **Tetzner, Volkmar, Dr.-Ing. Dr. jur.**
Van-Gogh-Strasse 3
D-8000 München 71(DE)

54

Schwebegas-Vorwärmer.

57 Die Erfindung betrifft einen Schwebegas-Wärmetauscher für einen Wärmeaustausch zwischen Gas und Feingut. Er enthält eine Anzahl von übereinanderliegenden, etwa vertikalachsig ausgerichteten Abscheidezyklonen, bei denen die Deckwände und die Eintrittsstutzen der im wesentlichen geraden Zyklonoberteile unter einem spitzen Winkel zur Horizontalen geneigt sind. Dies trägt zu einem besonders einfachen, raumsparenden Gesamtaufbau sowie zu einer günstigen Gutabscheidung bei relativ geringem Druckverlust bei.

EP 0 342 340 A2

Schwebegas-Vorwärmer

Die Erfindung betrifft einen Schwebegas-Vorwärmer für einen Wärmeaustausch zwischen Gas und Feingut vor einem Brennofen, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Schwebegas-Vorwärmer der vorausgesetzten Art sind aus der Praxis hinreichend bekannt. Sie finden eine vielfache Verwendung beispielsweise in der Zement-, Kalk- und Gipsindustrie sowie in der Aufbereitung von Erzmaterialien.

Ferner ist aus der DE-A-11 54 768 eine Zyklonvorwärmerausführung bekannt, bei der in einzelnen Etagen jeweils zentral angeordnete Abscheidezyklone größeren Durchmessers und im wesentlichen übliche Ausführung sowie mehrere äußere Abscheidezyklone kleineren Durchmessers mit in Strömungsrichtung nach unten geneigten Deckwänden und Zuführleitungen vorgesehen sind, wobei an das obere Gasaustrittsrohr jedes zentralen Abscheidezyklons eine besondere Verteileinrichtung angeschlossen ist, die einerseits mit den zu den äußeren Zyklonen führenden Leitungen und andererseits mit einer Gutaustrittsleitung vom nächstoberen zentralen Abscheidezyklon verbunden ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Schwebegas-Vorwärmer der im Oberbegriff des Anspruchs 1 vorausgesetzten Art insbesondere dahin weiterzuentwickeln, daß er bei relativ einfacher Bauweise sowohl für die Ausführung der einzelnen Abscheidezyklone als auch für den Gesamtaufbau besonders günstig hinsichtlich der Druckverluste und der Staubabscheidung arbeiten kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst. Besonders vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Durch diese erfindungsgemäße Ausbildung aller Abscheidezyklone mit geneigter Zyklondeckwand und gleichartig geneigtem Eintrittsstutzen ergeben sich vor allem für die Abscheidezyklone in äußerst vorteilhafter Weise relativ geringe Druckverluste in der Gasströmung. Um dies bei einem Schwebegas-Vorwärmer, bei dem die vom Brennofen zum untersten Abscheidezyklon führende Ofenabgasleitung gleichzeitig als Calciniereinrichtung ausgeführt ist, besonders wirkungsvoll ausnützen zu können, hat es sich als besonders zweckmäßig erwiesen, das Mündungsende des schleifenförmigen Abschnittes der Ofenabgasleitung sowie den Eintrittsstutzen und die Zyklondeckwand dieses untersten Abscheidezyklons mit einer in Gasströmungsrichtung fallenden Neigung auszubilden. Demgegenüber hat es sich jedoch als besonders

vorteilhaft herausgestellt, die Eintrittsstutzen und die Zyklondeckwände bei allen übrigen, also in den Etagen über dem untersten Abscheidezyklon liegenden Abscheidezyklonen mit einer in Gasströmungsrichtung nach oben ansteigenden Neigung zu versehen. Hierdurch wird eine besonders gute Voraussetzung dafür geschaffen, die an die Eintrittsstutzen dieser übrigen Abscheidezyklone anschließenden Gasleitungen jeweils mit einem verkleinerten Krümmer auszubilden, z.B. mit einem Krümmer, der einen Bogenabschnitt von weniger als 90° besitzen, so daß dadurch bereits dieser Krümmer rein baulich vereinfacht werden können und dabei gegenüber den meist üblichen 90° -Krümmern einen geringeren Druckverlust für die Gasströmung aufweisen, der sich durch die erfindungsgemäße Bauweise auch im Abscheidezyklon fortsetzt.

Durch vorteilhafte Ausbildung und Anordnungen von Tauchrohren bzw. Tauchrohrkragen (als in die Zyklonoberteile hineinragende Verlängerungen der Gasaustrittsrohre) kann ferner zusätzlich auch für einen besonders hohen Staubabscheidungsgrad in den erfindungsgemäß ausgebildeten Abscheidezyklonen gesorgt werden.

Die Erfindung sei nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert. In dieser Zeichnung zeigen

Fig. 1 eine stark vereinfachte Schemadarstellung eines als Schwebegas-Vorwärmer mit Calciniereinrichtung ausgebildeten Schwebegas-Wärmetauschers;

Fig. 2 eine zum Teil geschnittene Ansicht eines oberen Abscheidezyklons des Schwebegas-Vorwärmers;

Fig. 3 eine Aufsicht auf den Abscheidezyklon gemäß Fig. 2.

Anhand der Fig. 1 und 2 sei zunächst der allgemeine Aufbau dieses als Schwebegas-Vorwärmer ausgebildeten (und auch als Zyklonvorwärmer bezeichneten) Schwebegas-Wärmetauschers erläutert, der vorzugsweise für die Vorwärmung und Calcination von Zementrohmehl Verwendung finden kann.

Der Schwebegas-Vorwärmer enthält gemäß Fig. 1 eine Anzahl von in übereinanderliegenden Etagen etwa vertikalachsig angeordneten Abscheidezyklonen, wobei dieser Schwebegas-Vorwärmer einem beispielsweise als Drehrohrofen 5 ausgebildeten Brennofen für das vorerhitzte Zementrohmehl zugeordnet bzw. vorgeschaltet ist. Hierbei steht der unterste Abscheidezyklon 4 des Vorwärmers mit dem Drehrohrofen 5 einerseits über eine Gutleitung 6 und andererseits über eine Ofenab-

gasleitung 7 in Verbindung. Diese Ofenabgasleitung 7 kann in an sich bekannter und daher nicht näher zu erläuternder Weise gleichzeitig als Calciniereinrichtung für das in den einzelnen Zyklonstufen vorgewärmte Zementrohmehl ausgebildet sein. Dabei ist der obere Abschnitt 7a der Ofenabgasleitung 7 - wie in Fig.1 angedeutet - etwa schleifenförmig gebogen, und er mündet in den Eintrittsstutzen 1a dieses untersten Abscheidezyklons 1 mit einem schräg nach unten geneigten, etwa geraden Ende ein.

Alle Abscheidezyklone 1, 2, 3, 4 enthalten - wie sich insbesondere aus Fig.2 ersehen läßt - jeweils einen im wesentlichen geraden, vorzugsweise weitgehend zylindrischen Oberteil 8, der eine ebene (geradflächige) Zyklondeckwand 9 aufweist, ferner einen koaxial mit dem Oberteil 8 verbundenen, trichterförmigen Unterteil 10, einen etwa tangential (vgl. Fig.3) in den Oberteil 8 einmündenden Eintrittsstutzen 11 für das Gas-Gut-Gemisch, weiterhin ein aus dem Bereich der Zyklondeckwand 9 nach oben führendes Gasaustrittsrohr 12 sowie ein sich an das untere Ende des Unterteiles 10 anschließendes Gutaustrittsrohr 13. Wie in Fig.1 zu erkennen ist, sind die Abscheidezyklone 1 bis 4 untereinander durch Gasleitungen 14 bis 16 und durch Gutleitungen 17 bis 19 verbunden, wobei diese Gasleitungen 14 bis 16 an die entsprechenden Eintrittsstutzen 11 und Gasaustrittsrohre 12 und die Gutleitungen 17 bis 19 an die entsprechenden Gutaustrittsrohre 13 einerseits und an die Gasleitungen der nächsttieferen Zyklonetage andererseits in generell an sich bekannter Weise angeschlossen sind; hinzuzuzählen sind hierzu noch die Ofenabgasleitung 7 und die Gutleitung 6 vom untersten Abscheidezyklon 8, wie es weiter oben bereits beschrieben ist. Das zu erhitzende Zementrohmehl wird dem obersten Abscheidezyklon 4 gemäß Pfeil 20 über die zugehörige Gasleitung 16 zugeführt, während das Abgas (gestrichelter Pfeil 21) über eine Abgasleitung 22 vom obersten Abscheidezyklon 4 abgeführt wird.

Alle Abscheidezyklone 1 bis 4 weisen insofern grundsätzlich gleiche Konstruktionsmerkmale auf, als ihre Zyklonstirnwände 9 und ihre Eintrittsstutzen 11 (bzw. 1a am untersten Zyklon 1) unter einem gleichen spitzen Winkel α zur Horizontalen H geneigt sind, wie sich sowohl der Fig.2 als auch den Zyklondarstellungen in Fig.1 entnehmen läßt. Der genannte Neigungswinkel α der Zyklondeckwände und Eintrittsstutzen kann etwa 5 bis 45° betragen; in der praktischen Ausführung kann er jedoch etwa 12 bis 20°, vorzugsweise etwa um 15° betragen.

Sowohl in der Darstellung der Fig.1 als auch in der Darstellung der Fig.2 ist gut zu erkennen, daß das an den Eintrittsstutzen 1a bzw. 11 jedes Abscheidezyklons 1 bis 4 angeschlossene Ende der

zugehörigen, ankommenden Gasleitung 7, 14, 15 bzw. 16 im wesentlichen unter demselben Winkel und in derselben Richtung wie der zugehörige Eintrittsstutzen geneigt ist.

Wie dabei Fig.1 erkennen läßt, weisen das Mündungsende 7a des schleifenförmigen Abschnittes 7a der Ofenabgasleitung 7 sowie der Eintrittsstutzen 1a und die Zyklondeckwand 9₁ des untersten Abscheidezyklons 1 eine in Gasströmungsrichtung abfallende Neigung auf. Dagegen besitzen die Eintrittsstutzen 11 und die Zyklondeckwände 9 aller übrigen Abscheidezyklone 2 bis 4 eine in Strömungsrichtung ansteigende Neigung, wie sich außer aus der Fig.1 auch aus Fig.2 ersehen läßt.

Insbesondere anhand der Fig.2 und 3 seien einige besondere konstruktive Einzelheiten der Abscheidezyklone nachfolgend näher erläutert, wobei angenommen sei, daß der in Fig.2 gezeigte Abscheidezyklon einer der oberhalb des untersten Abscheidezyklons 1 angeordneten übrigen Abscheidezyklone 2 bis 4 ist.

Es ist grundsätzlich bei Abscheidezyklonen für solche Wärmetauscher, insbesondere Schwebegas-Vorwärmer bekannt, die Gasaustrittsrohre der im kühleren Bereich des Wärmetauschers vorgesehenen Abscheidezyklone durch in den Oberteil hineinragende Tauchrohre koaxial nach unten zu verlängern. Im vorliegenden Beispiel sei dementsprechend angenommen, daß die beiden im kühleren Vorwärmerbereich liegenden Abscheidezyklone 3, 4 je mit einem solchen Tauchrohr ausgestattet sind, wie es insbesondere in Fig.2 mit dem Bezugszeichen 23 und in durchgehenden Linien veranschaulicht ist. Dieses Tauchrohr 23 ragt mit einer ausreichenden lichten Höhe h_1 so weit von der Zyklondecke 9 aus nach unten in den Oberteil 8 hinein, daß eine zuverlässige Gutabscheidung gewährleistet ist. Die lichte Höhe h_1 - (Fig.2) dieses Tauchrohres 23 kann etwa das 0,3- bis 1,0-Fache, vorzugsweise etwa das 0,35- bis 0,4-Fache vom lichten Durchmesser des Tauchrohres und somit auch des daran nach oben anschließenden Gasaustrittsrohres 12 betragen.

Im heißeren Bereich des Vorwärmers haben die Abscheidezyklone bei den bisher bekannten Wärmetauschern meist kein Tauchrohr, da es hier insbesondere aufgrund der hohen thermischen Beanspruchungen erhebliche Probleme hinsichtlich der Lebensdauer dieser Tauchrohre gibt.

Bei dieser erfindungsgemäßen Ausbildung wird es jedoch vorgezogen, die Gasaustrittsrohre 12 der im heißeren Bereich des Wärmetauschers vorgesehenen Abscheidezyklone 1 und 2 nur in Form eines relativ kurzen Tauchrohrkragens in den Zyklonoberteil 8 hineinragen zu lassen, wie es in Fig.2 durch eine strichpunktierte Linie bei 23a angedeutet ist. Die Länge eines solchen Tauchrohr-

kragens 23a entspricht dabei etwa dem 0,05- bis 0,2-fachen, vorzugsweise etwa dem 0,07- bis 0,15-fachen Wert vom Durchmesser d dieses Tauchrohrkragens, wobei dieser Durchmesser d wiederum dem Durchmesser des nach oben anschließenden Gasaustrittsrohres 12 entspricht.

Wie vor allem in Fig.2 zu erkennen ist, ist das untere Ende sowohl des Tauchrohres 23 als auch des Tauchrohrkragens 23a schräg abgeschnitten, so daß sich in beiden Fällen eine Mündungsöffnung (vgl. z.B. 23') ergibt, die in einer Ebene liegt, die im wesentlichen parallel zur Zyklondeckwand 9 verläuft. Dieser Sachverhalt läßt sich auch bei den oberen Zyklonen 2 bis 4 in Fig.1 erkennen, d.h. bei den Abscheidezyklonen, in die das Mündungsende der aufsteigenden Gasleitungen 14 bis 16 sowie die Eintrittsstutzen 11 und die Zyklondeckwände 9 in Gasströmungsrichtung ansteigend geneigt sind. Auf diese Weise ist das Tauchrohr 23 bzw. der Tauchrohrkragen 23a um die vertikal verlaufende Rohrachse VA so gedreht, daß stets der tiefste Punkt, z.B. 23'', jedes Tauchrohres und Tauchrohrkragens im zugehörigen Zyklonoberteil 8 etwa dem Bereich der Eintrittsöffnung 11' des Eintrittsstutzens 11 zugewandt ist.

Betrachtet man dagegen in Fig.1 den untersten Zyklon 1, bei dem das Mündungsende 7a des schleifenförmigen Abschnittes 7a der Ofenabgasleitung 7 sowie der Eintrittsstutzen 1a und die Zyklondeckwand 9₁ abfallend geneigt sind, dann würde es sich hier im Sinne einer günstigen Gutabscheidung negativ auswirken, wenn die Ebene der Mündungsöffnung des dort vorhandenen Tauchrohrkragens 23a ebenfalls parallel zur Deckwand 9₁ verlief. In diesem Falle ist das schräg abgeschnittene Mündungsende des Tauchrohrkragens 23a um die vertikale Rohrachse VA dann ebenfalls so verdreht, daß wiederum der tiefste Punkt dieses Tauchrohrkragens 23a etwa dem Bereich der Einströmöffnung des dortigen Eintrittsstutzens 1a zugewandt ist, was man sich bei einem Vergleich zwischen der Darstellung in Fig.1 und der Darstellung in Fig.2 ohne zusätzliche zeichnerische Erklärung leicht vorstellen kann.

Darüber hinaus kann es in jedem Falle zusätzlich von Vorteil sein, wenn in jedem Abscheidezyklon 1 bis 4 das zugehörige Tauchrohr 23 bzw. der zugehörige Tauchrohrkragen 23a bzw. 23a' an seinem der Einströmöffnung des Eintrittsstutzens 11 bzw. 1a und dem Einström-Umfangsabschnitt des Zyklonoberteils 8 zugewandten Umfangsbereich eine nach unten gerichtete, schürzenartige Verlängerung aufweist, wie es in Fig.2 nur strichpunktiert bei 24 angedeutet ist.

Bei der in den Fig.1 bis 3 in durchgehenden Linien vorgenommenen Darstellung fallen die vertikalen Rohrachsen der Tauchrohre 23 und der Tauchrohrkragen 23a bzw. 23a' jeweils mit den

zugehörigen vertikalen Zyklonachsen zusammen, die durch die strichpunktierten Linien VA angegeben sind.

Anhand der Aufsicht bzw. Grundrißdarstellung eines Abscheidezyklons in Fig.3 sei nachfolgend noch erläutert, daß es darüber hinaus auch vorteilhaft sein kann, die Tauchrohre und/oder die Tauchrohrkragen im zugehörigen Zyklonoberteil 8 exzentrisch zu versetzen, wobei ansonsten die gleichen konstruktiven Ausführungen und Anordnungen der Tauchrohre und der sich nach oben daran anschließenden Gasaustrittsrohre (wie oben erläutert) beibehalten werden kann. Diese exzentrische Versetzung von Tauchrohr bzw. Tauchrohrkragen ist in Fig.3 strichpunktiert dargestellt und mit 123 bezeichnet. Danach ist das dortige Tauchrohr 123 - im Grundriß des Abscheidezyklons betrachtet - im zugehörigen Oberteil 8 nach dem dem Einström-Umfangsabschnitt 8a etwa gegenüberliegenden Umfangsabschnitt 8b hin exzentrisch versetzt. Die vertikale Rohrachse RA des Tauchrohres 123 (bzw. eines entsprechenden Tauchrohrkragens) verläuft dabei mit entsprechendem Abstand parallel zur zugehörigen vertikalen Zyklonachse VA, wobei die vertikale Rohrachse des zugehörigen Gasaustrittsrohres zweckmäßig wiederum mit der vertikalen Rohrachse RA des Tauchrohres 123 zusammenfällt.

Durch diese exzentrische Versetzung des Tauchrohres 123 (bzw. eines entsprechenden Tauchrohrkragens) ergibt sich im Einström-Umfangsabschnitt 8a des Zyklonoberteils 8 ein größerer Freiraum für die Gasströmung, was zunächst einen relativ geringen Druckverlust für die Gasströmung mit sich bringt. Wenn die Gasströmung dann nach einer Drehung von etwa 180° in den etwas enger erscheinenden Raum im Bereich des anderen Umfangsabschnittes 8b gelangt, dann ist dies hinsichtlich des Druckverlustes nicht mehr schädlich, da dort die Gasströmung bereits zu einem wesentlichen Teil auf ihrer zunächst abwärts verlaufenden schraubenlinienförmigen Bahn zum Zyklonunterteil 10 strömt. Diese Ausbildung wirkt sich dabei ferner hinsichtlich eines besonders guten Entstaubungsgrades vorteilhaft aus.

Während der Wärmetauscher gemäß Fig.1 insbesondere als Schwebegas-Vorwärmer mit Calciniereinrichtung ausgebildet ist, versteht es sich von selbst, daß ein Schwebegas-Wärmetauscher mit den erfindungsgemäß ausgebildeten und zusammengeordneten Abscheidezyklonen auch ohne eine Calciniereinrichtung (und ohne Calcinierschleife) ausgeführt sein kann, d.h. er besteht dann lediglich aus völlig gleichartigen Zyklonen entsprechend den Abscheidezyklonen 2 bis 4 in Fig.1 bzw. der entsprechend der Darstellung in Fig.2. Außerdem kann ein aus den Abscheidezyklonen gemäß Fig.2 zusammengeordneter Schwebegas-Wärmetauscher

nicht nur zum Erwärmen von pulverförmigem und feinkörnigem Feingut, sondern - wie an sich bekannt - auch zum Kühlen von Feingut angepaßt und verwendet werden.

Es versteht sich ferner von selbst, daß der Oberteil der Abscheidezyklone bei der im wesentlichen geraden, zylindrischen Form - etwas abweichend von der Darstellung in den Fig. 2 und 3 - auch so ausgeführt sein kann, daß der etwa tangential an ihn angeschlossene Eintrittsstutzen für das Gas-Gut-Gemisch auch etwa spiralförmig angeschlossen sein kann, d. h. am oberen Ende des Zyklonoberteiles schließt der Eintrittsstutzen über einen entsprechenden Umfangsabschnitt in Form einer Eintrittsspirale an, wobei dieser obere Umfangsabschnitt des Oberteiles - im Grundriß gesehen - sich von der Eintrittsöffnung bis zum Anschluß an den übrigen zylindrischen Abschnitt spiralförmig verkleinert (wie es an sich bekannt ist).

Ansprüche

1. Schwebegas-Vorwärmer für einen Wärmeaustausch zwischen Gas und Feingut vor einem Brennofen (5), enthaltend

a) eine Anzahl von in übereinanderliegenden Etagen etwa vertikalachsig angeordneten Abscheidezyklonen (1 bis 4) mit jeweils

a₁) einem im wesentlichen geraden, eine ebene Zyklondeckwand (9, 9₁) aufweisenden Oberteil,

a₂) einem koaxial mit dem Oberteil verbundenen Unterteil (10),

a₃) einem etwa tangential in den Oberteil einmündenden Eintrittsstutzen (1a, 11) für ein Gas-Gut-Gemisch,

a₄) einem aus dem Bereich der Zyklondeckwand (9, 9₁) nach oben führenden Gasaustrittsrohr (12) und

a₅) einem sich an das untere Ende des Unterteiles (10) anschließenden Gutaustrittsrohr (13),

b) die Abscheidezyklone (1 bis 4) untereinander verbindende Gas- und Gutleitungen (14 bis 16, 17 bis 19), die ihrerseits an die entsprechenden Eintrittsstutzen sowie Gas- und Gutaustrittsrohre der Zykclone angeschlossen sind,

c) eine zumindest den untersten Abscheidezyklon (1) mit dem Brennofen (5) verbindende und gleichzeitig als Calciniereinrichtung ausgeführte Ofenabgasleitung (7), deren oberer Abschnitt (7a) schleifenförmig gebogen ist und in den Gaseintrittsstutzen (1a) dieses untersten Abscheidezyklons einmündet,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Zyklondeckwand (9, 9₁) und der Eintrittsstutzen (1a, 11) jedes Abscheidezyklons (1 bis 11) unter einem spitzen Winkel (α) zur Horizontalen (H) geneigt sind, wobei das Mündungsende (7a') des

schleifenförmigen Abschnittes (7a) der Ofenabgasleitung (7) sowie der Eintrittsstutzen (1a) und die Zyklondeckwand (9₁) des untersten Abscheidezyklons (1) eine in Gasströmungsrichtung abfallende Neigung (α) aufweisen, während die Eintrittsstutzen (11) und die Zyklondeckwände (9) aller übrigen Abscheidezyklone (2 bis 4) eine in Gasströmungsrichtung nach oben ansteigende Neigung (α) besitzen.

2. Schwebegas-Vorwärmer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Neigungswinkel von Zyklondeckwand (9, 9₁) und Eintrittsstutzen (1a, 11) ca. 5 bis 45°, vorzugsweise etwa 12 bis 20° beträgt.

3. Schwebegas-Vorwärmer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das an den Eintrittsstutzen (1a, 11) jedes Abscheidezyklons (1 bis 4) angeschlossene Ende der zugehörigen, ankommenden Gasleitung (7, 14 bis 16) im wesentlichen unter demselben Winkel und in derselben Richtung wie der Eintrittsstutzen geneigt ist.

4. Schwebegas-Vorwärmer nach Anspruch 1, wobei zumindest die Gasaustrittsrohre (12) der im kühleren Bereich des Vorwärmers vorgesehenen Abscheidezyklone (3 und 4) durch in die Oberteile (8) hineinragende Tauchrohre (23, 123) koaxial nach unten verlängert sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Gasaustrittsrohre der im heißeren Bereich des Vorwärmers vorgesehenen Abscheidezyklone (1, 2) nur in Form eines relativ kurzen Tauchrohrkragens (23a) in den Zyklonoberteil (8) hineinverlängert sind, wobei die Länge (h₂) des Tauchrohrkragens (23a) etwa dem 0,05- bis 0,2-, vorzugsweise etwa dem 0,07- bis 0,15-fachen Wert vom Durchmesser (d) dieses Tauchrohrkragens entspricht.

5. Schwebegas-Vorwärmer nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Mündungsöffnung (23') vom unteren Ende sowohl der Tauchrohre (23) als auch der Tauchrohrkragen (23a) in einer Ebene liegt, die im wesentlichen parallel zur Zyklondeckwand (9) verläuft.

6. Schwebegas-Vorwärmer nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das untere Mündungsende sowohl der Tauchrohre als auch der Tauchrohrkragen schräg abgeschnitten ist, wobei die Tauchrohre (23, 23a, 23a') um ihre Rohrachse (VA) derart gedreht sind, daß der tiefste Punkt (23'') jedes Tauchrohres und Tauchrohrkragens im zugehörigen Zyklonoberteil (8) etwa der Einströmöffnung (11') des Eintrittsstutzens (11, 1a) zugewandt ist.

7. Schwebegas-Vorwärmer nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß in jedem Abscheidezyklon (1 bis 4) das zugehörige Tauchrohr (23) bzw. der zugehörige Tauchrohrkragen (23a) an seinem der Einströmöffnung (11') des Eintrittsstutzens (11, 1a) und dem Einström-Umfangsabschnitt

(8a) des Zyklonoberteiles (8) zugewandten Umfangsbereich eine nach unten gerichtete, schürzenartige Verlängerung (24) aufweist.

8. Schwebegas-Vorwärmer nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die vertikalen Rohrachsen (VA) der Tauchrohre (23) und der Tauchrohrkragen (23a, 23a') mit den zugehörigen vertikalen Zyklonachsen (VA) zusammenfallen. 5

9. Schwebegas-Vorwärmer nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Tauchrohre (123) und Tauchrohrkragen - im Grundriß der Abscheidezyklone betrachtet - im zugehörigen Oberteil (8) nach dem dem Einström-Umfangsabschnitt (8a) etwa gegenüberliegenden Umfangsabschnitt (8b) hin exzentrisch versetzt sind, wobei ihre vertikalen Rohrachsen (RA) parallel zu den zugehörigen vertikalen Zyklonachsen (VA) verlaufen. 10
15

20

25

30

35

40

45

50

55

6

FIG. 1

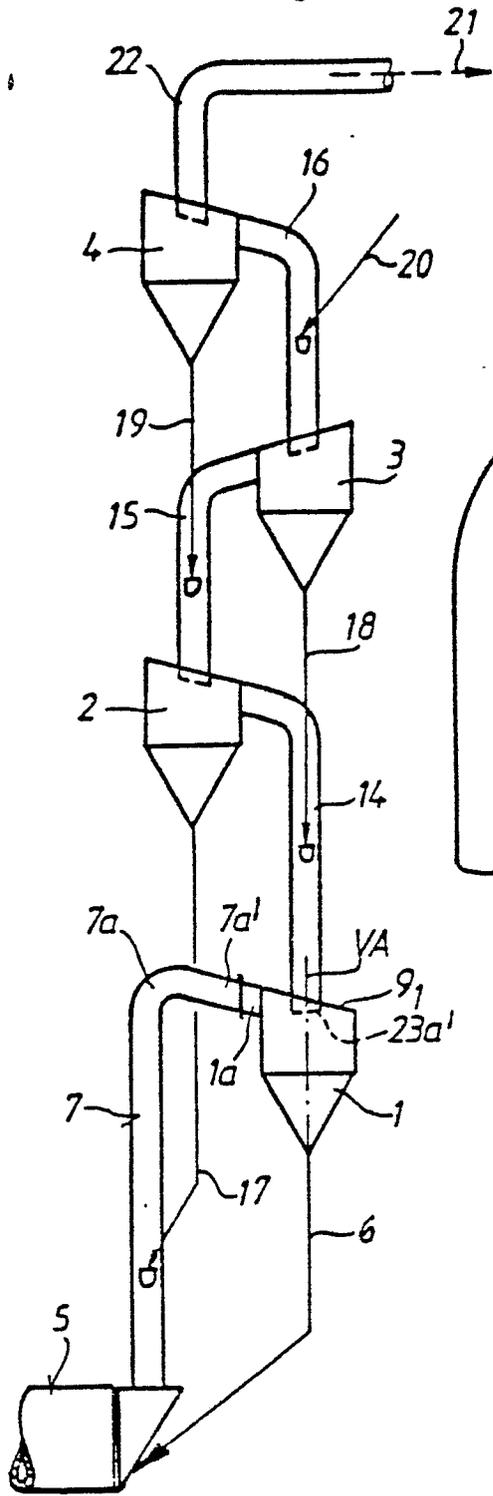


FIG. 2

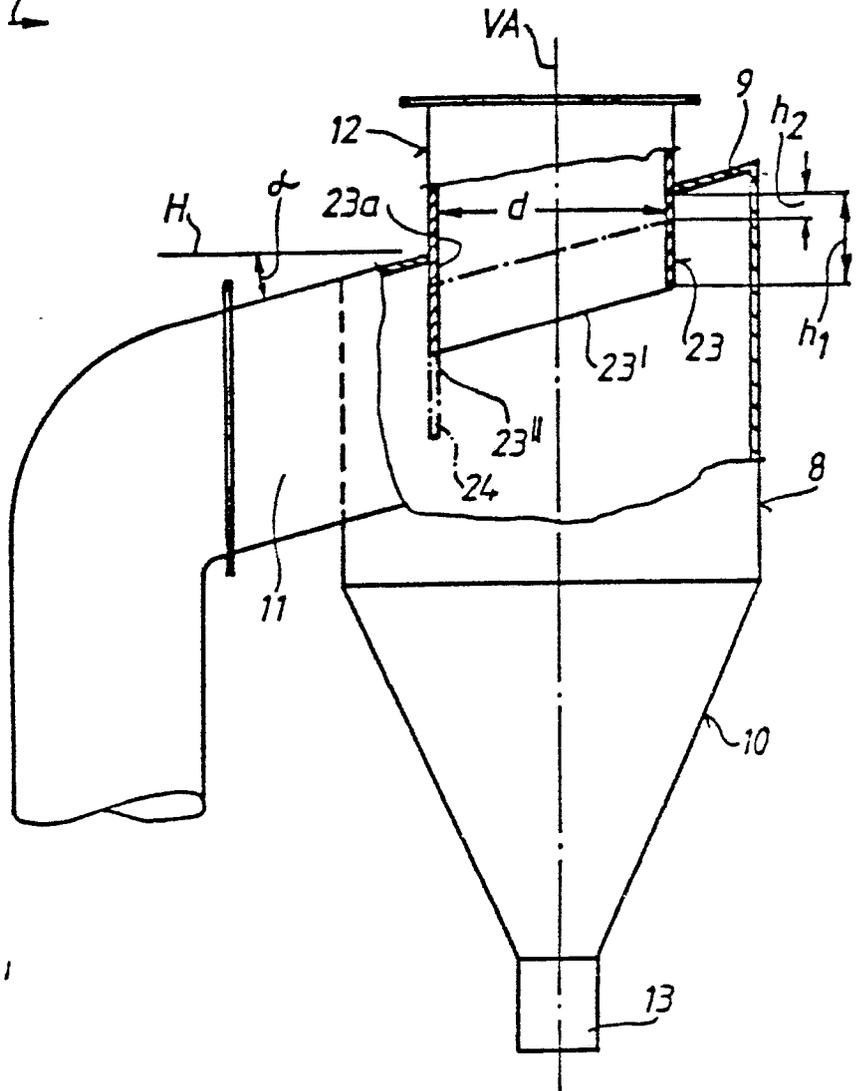


FIG. 3

