



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **7907167**

Nederland

⑱ NL

- 
- ⑤4 **Werkwijze en inrichting voor het droog sorteren van korrelmengsels bestaande uit twee of meer componenten in polydispersie.**
- ⑤1 Int.Cl.<sup>3</sup>: B07B 15/00.
- ⑦1 **Aanvragers: Prof.Dr.ing. Kurt Leschonski en Dipl.ing. Stephan Röthele beiden te Clausthal-Zellerfeld, Bondsrepubliek Duitsland.**
- ⑦4 **Gem.: Ir. H. Mathol c.s.  
Octrooi- en Merkenbureau van Exter  
Willem Witsenplein 3 & 4  
2596 BK 's-Gravenhage.**

- 
- ②1 Aanvraag Nr. 7907167.
- ②2 Ingediend 26 september 1979.
- ③2 Voorrang vanaf 28 september 1978.
- ③3 Land van voorrang: Bondsrepubliek Duitsland (DE).
- ③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: P 2842259 .
- ②3 --
- ⑥1 --
- ⑥2 --

---

④3 Ter inzage gelegd 1 april 1980.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

---

Aanvragers: Prof-Dr.-Ing. Kurt Leschonski en Dipl.-Ing. Stephan Röhle,  
te Clausthal-Zellerfeld, Bondsrepubliek Duitsland.

Titel: Werkwijze en inrichting voor het droog sorteren van korrelmengsels bestaande uit twee of meer componenten in polydispersie.

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze en een sorteerinrichting voor het droog sorteren van een korrelvormig mengsel met een aantal p uit te sorteren korrelvormige vaste-stofcomponenten in polydispersie, waarvan de deeltjes verschillende dichtheid en/of  
5 vorm hebben en veel brede verdelingen van korrelgrootte- en daalsnelheid, dat deze elkaar minstens gedeeltelijk overlappen. Door het sorteren van het mengsel in zijn componenten, of door het uitsorteren van bepaalde componenten, dienen deze zuiver te worden verkregen, of minstens voldoende verrijkt.

10 De tot nu toe toegepaste methoden voor het uitsorteren van die componenten uit een uit twee of meerdere componenten bestaand mengsel die een hoge waarde hebben en voor verdere verwerking geschikt zijn, kunnen worden onderverdeeld in natte en droge methoden.

15 De natte methoden kunnen bij veel mengsels niet worden toegepast, omdat de componenten ervan niet met vloeistoffen in aanraking mogen komen. Waar de natte methoden toepasbaar zijn kan in de regel als vloeistof vóór de scheiding geen zuiver water worden gebruikt, waardoor de toepassing ervan dan duur wordt, en ook gevaarlijk wanneer  
20 methoden zijn om ecologische redenen ongewenst, omdat de onvermijdelijke bereiding van de vóór het scheiden/gebruikte vloeistoffen steeds gepaard gaat met afvalwaterproblemen. Deze methoden hebben met betrekking tot de verwerking van de zuivere of verrijkte componenten dikwijls  
25 het nadeel dat de gescheiden componenten gedroogd moeten worden met gebruik van veel energie.

Om deze redenen bestaat er een grote behoefte aan droge sorteermethoden voor korrelvormige mengsels. Met de bekende droge sorteermethoden kunnen in het algemeen geen voldoende grote capaciteiten worden bereikt bij een goede scherpte van de scheiding en hoge opbrengsten van

7907167

de uit te sorteren componenten. Hetzelfde geldt voor de methoden van verwijdering met de hand of machinaal. Met de in graanmolens ontwikkelde klassering door middel van malen en zeven op zogenaamde vlakke ziftinrichtingen en zogenaamde griesschoonmachines, waarmee lichte verontreinigingen kunnen worden afgezogen, wordt het alleen om een bevredigende sortering in de componenten te verkrijgen omdat deze in het uitgangsmengsel in verregaande mate monodispers zijn en op zichzelf niet, of in elk geval slechts in geringe mate aanwezig zijn in overlappende korrelverdelingen. Deze klassering is niet toepasbaar wanneer de componenten van het mengsel polydispers zijn en aanwezig zijn in korrelgrootteverdelingen die elkaar aanzienlijk of volledig overlappen, of wanneer ze niet zeer aanzienlijk van elkaar verschillen wat betreft dichtheid en/of vorm.

De uitvinding beoogt een korrelvormig mengsel met een aantal p uit te sorteren vaste stof componenten, waarvan de deeltjes wat betreft dichtheid en/of vorm verschillend zijn en elkaar overlappende korrelgrootte- en daalsnelheidsverdelingen hebben, zodanig droog in de componenten te sorteren dat deze zuiver of sterk verrijkt, d.w.z. met slechts een gering gehalte aan elk van de andere componenten, gewonnen worden. De opbrengst aan de uit te sorteren componenten dient hoog te zijn. Daardoor dient het mogelijk te zijn om de componenten als secundaire grondstof toe te voeren voor nieuw of verder gebruik, of voor hergebruik. Een sorteerinrichting voor toepassing van de werkwijze dient goedkoop te kunnen worden gebouwd en economisch te kunnen werken.

Uitgaande van een werkwijze voor het sorteren, waarbij het aangevoerde, te verwerken mengsel onderworpen wordt aan klasseringen, om de uit te sorteren p componenten te verkrijgen. Kenmerkend voor de werkwijze volgens de uitvinding is dat

in een eerste stap, trap of stadium het uitgangsmengsel droog wordt geklasseerd in op elkaar volgende, zo smalle klassen van een eerste dispersiteitsgrootte van de deeltjes, dat daarin elk van de frakties van de tweede dispersiteitsgrootte van de deeltjes die bepalend is voor de eerstvolgende verdere klassering van elke uit te sorteren component gescheiden aanwezig is van de frakties van de andere componenten of de frakties daarvan slechts in geringe mate overlapt,

7907167

en dat dan in een tweede stap, trap of stadium uit elke klasse van de eerste dispersiteitsgrootheid elke uit te sorteren component wordt uitgesorteerd door een serie achtereenvolgende verdere droogklasseringen, waarvoor de tweede dispersitetijds-grootheid van de deeltjes maatgevend is, bij scheidingsgrenzen die overeenkomen met de beide grenzen van de tweede dispersietijds-grootheid van de deeltjes van elke fraktie welke deeltjes van de uit te sorteren component bevat.

Deze werkwijze is bijzonder goed uitvoerbaar in twee uitvoeringsvormen.

Kenmerkend voor de eerste van deze uitvoeringsvarianten is dat in de eerste stap het uitgangsmengsel met behulp van zevingen wordt geklasseerd in op elkaar volgende zeefkorrelgrootte-klassen, waarin de daalsnelheidsfraktie van elke uit te sorteren component gescheiden aanwezig is van de daalsnelheidsfrakties van de andere componenten of die slechts in geringe mate overlapt,

en dat in de tweede stap uit zeefkorrelgrootte-klassen elke uit te sorteren component wordt uitgesorteerd door een serie op elkaar volgende windziftbehandelingen (cycloneren) van elk van deze klassen tot frakties bij scheidingsziftluchtsnelheden, waarbij telkens eenmaal de met de grootste, en eenmaal de met de kleinste daalsnelheden van de nog te verkrijgen deeltjes van de fraktie van elke uit te sorteren component minstens in hoofdzaak worden afgescheiden.

Hierbij wordt dus in de eerste fase het uitgangsmengsel door zeven geklasseerd in zeefgrootteklassen en worden in de tweede fase de uit te sorteren componenten door cycloonwerking van de korrelgrootte-klassen achtereenvolgens afgescheiden.

De tweede uitvoeringsvariant van de werkwijze volgens de uitvinding is gekenmerkt doordat

in de eerste stap het uitgangsmengsel door middel van cycloneren in achtereenvolgende daalsnelheidsklassen wordt geklasseerd, waarin de fraktie van de zeefkorrelgrootte van elke uit te sorteren component gescheiden aanwezig is van de zeefkorrelgroottefrakties van de andere componenten of die slechts in geringe mate overlapt,

en dat dan in de tweede stap uit daalsnelheidsklassen, na de

7907167

verwijdering daarvan uit de ziftlucht van het cycloneren, elke uit te sorteren component wordt uitgesorteerd door een serie op elkaar volgende zevingen van elk van deze klassen tot frakties bij maaswijdten waarbij eenmaal de grofste en eenmaal de fijnste van de nog te verkrijgen deeltjes van de fraktie van de telkens uit te sorteren component minstens in hoofdzaak worden afgescheiden. Het uitgangsmengsel wordt dus in de eerste fase door cycloonwerking geklasseerd in daalsnelheidsklassen en dan worden in de tweede fase de uit te sorteren componenten door zeven afgescheiden uit elke daalsnelheidsklasse.

De in het bovenstaande voorkomende begrippen worden gebruikt met de volgende betekenissen:

Het sorteren is het scheiden van een korrelvormig mengsel waarvan tenminste twee componenten, die verschillend zijn wat betreft de soort stof, in de zuivere of sterk verrijkte componenten, dus b.v. het scheiden van een mengsel van koper- en aluminiumdeeltjes in een koperfraktie en een aluminiumfraktie.

Het klasseren is het scheiden van een korrelvormig mengsel in twee klassen van een dispersietijds karakteristiek van de deeltjes ervan. Deeltjes hebben verschillende dispersietijds karakteristieken, d.w.z. eigenschappen. De verschillen kunnen aanzienlijk zijn.

Een dispersietijds karakteristiek <sup>of -grootheid</sup> van een deeltje is, als de geometrische korrelgrootte ervan, zijn zeefkorrelgrootte, d.w.z. de grootte van de maaswijdte waardoor het deeltje bij zeving nog juist doorheen valt.

Een andere dispersietijds karakteristiek <sup>of -grootheid</sup> is de daalsnelheid van een deeltje in een bepaald stromingsmiddel, bijvoorbeeld in lucht, water of olie. De vermeldingen omtrent de daalsnelheden hebben in het onderstaande betrekking op lucht, omdat technisch ziften met wind (cycloneren) in de regel in lucht wordt gedaan. De daalsnelheid is, behalve van de korrelgrootte, bijvoorbeeld de zeefkorrelgrootte, afhankelijk van de dichtheid en de vorm van de deeltjes. De daalsnelheid is niet direkt evenredig met de zeefkorrelgrootte.

Andere dispersietijds karakteristieken zijn de vorm en het specifieke oppervlak van de deeltjes.

Een klasse is de aanduiding voor een gebied van een eerste dis-

7907167

persietijds karakteristiek tussen twee grenzen.

Een fraktie in de aanduiding voor een gebied van een tweede dispersietijds karakteristiek tussen twee grenzen.

5 Daalsnelheidsklassen respektievelijk -frakties zijn deeltjesklassen waarin zich deeltjes bevinden met verschillende daalsnelheid tussen een boven- en een ondergrens. Daalsnelheidsklassen respektievelijk -frakties worden verkregen door achtereenvolgende klasseringen, in het bijzonder met behulp van cycloons (stromingsscheidingsmethoden) bij verschillende daalsnelheden.

10 Klassen, respektievelijk frakties van de zeefkorrelgrootte zijn deeltjesklassen waarin zich deeltjes bevinden met een verschillende zeefkorrelgrootte, met een bovenste en een onderste grens. Klassen van zeefkorrelgrootte worden verkregen door achtereenvolgens zeven bij verschillende maaswijdten.

15 Als scheidingsgrens van een klasseermethode, in het bijzonder van het zeven of cycloneren, duidt men de korrelgrootte aan (scheidingskorrelgrootte) die verkregen is na het klasseren tot 50% in de grofste (bij het zeven) respektievelijk de zwaarste (bij het cycloneren) en tot 50% in de kleinste (bij zeven) respektievelijk lichste (bij cycloneren) klasse of fraktie. De scheidingsgrens van een zeef is bij voldoende lang zeven de maaswijdte ervan. De scheidingsgrens van een cycloon bepaalt de snelheid van de scheidingsziftvlucht, d.w.z. de luchtsnelheid die de deeltjes met de scheidingsgrens zo verdeelt dat 50% met het groffe en 50% met het fijne materiaal meegaat. Bij  
20 cycloneren in tegenstroom met behulp van de zwaartekracht is de scheidingsluchtsnelheid gelijk aan de daalsnelheid van de deeltjes met de scheidingskorrelgrootte.

25 Volgens de uitvinding wordt ook het uitgangsmengsel eerst droog geklasseerd in een eerste fase, in het bijzonder door zeven respektievelijk cycloneren, in een groter aantal klassen die, met het oog op de erop volgende afscheiding van de uit te sorteren componenten voldoende smal zijn, en met een eerste dispersietijds karakteristiek (klassen van de zeefkorrelgrootte resp. van de daalsnelheid), waarbij  
30 in elk daarvan de frakties aanwezig zijn van de tweede dispersietijds karakteristiek (frakties van de daalsnelheid respektievelijk van de  
35

7907167

zeefkorrelgrootte) van de afzonderlijke componenten van elkaar gescheiden aanwezig zijn, op elkaar aansluiten of elkaar slechts in geringe mate overlappen. Daarop aansluitend worden dan in een tweede fase uit de aldus verkregen klassen door meervoudig per klasse verder te klasseren in series van in het algemeen minstens  $(p-1)$  achtereenvolgende verdere droogklasseringen, in het bijzonder cycloonbehandelingen, respectievelijk zevingen, de componenten zuiver of verrijkt afgescheiden en daardoor uitgesorteerd. Rekening houdend met de gewenste en de mogelijke sortering door verdere klassering in de tweede fase, waarvoor de tweede dispersietijds karakteristiek van de deeltjes bepalend is, moet de keuze van de breedte van de klassen in de eerste fase zo worden uitgevoerd dat in de tweede fase steeds een trapsgewijze indeling mogelijk is van de scheidingsgrenzen van de klasseringen, waarbij deze overeenkomen met de beide grenzen van de tweede dispersietijds karakteristiek van de deeltjes van elk van deze frakties, welke deeltjes de uit te sorteren component bevat, waarbij dus de grootste deeltjes van de lichtste uit te sorteren component steeds juist nog gescheiden kunnen worden van de kleinste deeltjes van de zwaardere, speciaal uit te sorteren component. Op deze manier gelukt het om de in de eerste fase gewonnen klassen (naar zeefkorrelgrootte resp. daalsnelheid) in de tweede fase in hun componenten te scheiden resp. elke uit te sorteren component af te scheiden.

Voor zover het uitgangsmengsel in al zijn componenten moet worden gesorteerd, kan dit zo geschieden, dat

in de eerste stap het uitgangsmengsel wordt geklasseerd met behulp van  $m$  op elkaar volgende zevingen in  $(m+1)$  op elkaar volgende zeefkorrelgrootteklassen, waarbij de maaswijdten  $x_i$  voor de op elkaar volgende zevingen zodanig zijn gekozen dat de daalsnelheidsfrakties van alle componenten in elke zeefkorrelgrootteklasse van elkaar gescheiden zijn of elkaar slechts in geringe mate overlappen,

en dat dan in de tweede stap elk van de  $(m+1)$  minstens  $((m/2)+1)$  zeefkorrelgrootte-klassen wordt gesorteerd door middel van een serie van  $(p-1)$  op elkaar volgende cycloneerbehandelingen tot  $p$  daalsnelheidsfrakties van elke component,

en dat steeds de lichte frakties van elke cycloneerbehandeling

7907167

en de zware fraktie van elke laatste cycloneerbehandeling  
afzonderlijk of willekeurig gecombineerd worden afgevoerd.

Er worden bijzonder zuivere componenten gewonnen wanneer de  
maaswijdte  $x_i$  bepaald is uit de eerstvolgende kleinere maaswijdte

5  $x_{i+1}$  van de ernaast geschakelde zeef volgens de vergelijking

$$x_i \leq x_{i+1} \cdot \sqrt[n]{(\rho_S/\rho_L)_{\min}}$$

waarbij  $n$  een parameter is, die rekening houdt met de stijging van de  
kromme van de weerstandscoefficiënt van de omstroming van de deeltjes

10 met de ziftvlucht bij de scheidingsziftvluchtsnelheid, welke para-

meter ligt tussen 2 en 1 en in het gebied van de laminaire omstroming

van de deeltjes de waarde 2 heeft en in het gebied van turbulente om-

stroming van de deeltjes de waarde 1, en waarvan de waarde in het over-

gangsgebied van de deeltjesomstroming daalt van 2 naar 1 ongeveer

evenredig met de logaritme van het getal van Reynolds en waarbij

15  $(\rho_S/\rho_L)_{\min}$  de kleinste verhouding is tussen de dichtheid  $\rho_S$   
van een zwaardere component en de dichtheid  $\rho_L$  van een lichtere com-

ponent.

Als alternatief ten opzichte van deze methode kan in de eerste  
fase worden gezift en in de tweede fase gezeefd. Dan wordt de werk-

20 wijze voor de scheiding in alle componenten zodanig dat

in de eerste stap het uitgangsmengsel wordt geklasseerd met

behulp van  $m$  op elkaar volgende cycloneerbehandelingen tot  $(m+1)$  op

elkaar volgende daalsnelheidsklassen, waarbij telkens de zwaardere

daalsnelheidsklasse van de eerste  $(m-1)$  cycloneringsen als ingangsmat-

25 teriaal wordt toegevoerd aan de eerstvolgende cyclonering, en waarbij:

de scheidingsziftvluchtsnelheden  $v_{Li}$  van de achtereenvolgende cyclone-

ringen zodanig zijn gekozen dat de zeefkorrelgrootte-frakties van alle

componenten in elke daalsnelheidsklasse van elkaar zijn gescheiden of

elkaar slechts in geringe mate overlappen,

30 en dat dan in de tweede stap elk van de  $(m+1)$ , minstens

$((m/2)+1)$  daalsnelheidsklassen met behulp van een serie van  $(p-1)$  op

elkaar volgende zevingen wordt gesorteerd tot  $p$  zeefkorrelgrootte-

frakties, elk van één component, en de frakties van dezelfde componen-

ten steeds afzonderlijk of willekeurig gecombineerd worden verwijderd.

35 In dit geval verkrijgt men bijzonder zuivere componenten wan-

neer de scheidingsziftvluchtsnelheden  $v_{Li+1}$  bepaald zijn uit de schei-

7907167

dingsziftluchtsnelheid volgens de vergelijking

$$v_{Li+1} \leq v_{Li} \cdot \frac{n}{\sqrt{(\rho_S/\rho_L)_{\min}}}$$

waarbij n een parameter is die rekening houdt met de stijging van de kromme van de weerstandscoefficiënt van de ziftluchtstroming van de deeltjes bij de scheidingsziftluchtsnelheid, liggend tussen 1 en 2, welke parameter in het gebied van de laminaire omstroming van de deeltjes de waarde 1 heeft en in het gebied van turbulente omstroming van de deeltjes de waarde 2, en waarvan de waarde in het overgangsg gebied van de deeltjesomstroming stijgt van 1 naar 2 ongeveer evenredig met de logaritme van het getal van Reynolds, en waarbij door  $(\rho_S/\rho_L)_{\min}$  de kleinste verhouding wordt aangeduid tussen de dichtheid  $\rho_S$  van een zwaardere component en de dichtheid  $\rho_L$  van een lichtere component.

Vprr het sorteren volgens de uitvinding komen als componenten alle soorten stof in aanmerking voor zover die behoren tot de uitgangsmengsels bij de klassieke verwerking, n.l. minerale grondstoffen zoals bijv. mengsels van kolen, pyriet en mijnafval, metalen grondstoffen, bijvoorbeeld ertsen en afval, alsmede buiten het gebied van de klassieke scheiding alle overige stoffen en speciaal afvalmateriaal, waaronder bijvoorbeeld aluminium en andere non-ferrometaalaandelen uit Schredder-schroot na de afscheiding van magnetische ijzerdelen, of rubber, weefsels, staaldeeltjes en verontreinigingen uit klein gemaakte koude banden, of draden, rubber of kunststoffen uit de ommanteling en de verontreinigingen uit kabelrestanten, of speciale produkten en kunststoffen uit resten van samengestelde kunststofmaterialen, of zand uit straalmiddelen uit gieterijen, die moeten worden uitgesorteerd.

De sortering volgens de uitvinding leidt tot het hierboven genoemde doel bij al die uitgangsmengsels met verschillende disperse vaste stoffen waarbij een voldoende groot verschil aanwezig is in de dichtheid en/of de vorm, en daarmee in de van de korrelgrootte afhankelijke daalsnelheid van de componenten.

Voor toepassing van de werkwijze is een geschikt uitgangsmengsel nodig, waarin de te sorteren componenten gescheiden aanwezig zijn en in een gebied van korrelgrootten dat geschikt is voor het zeven en ziften. In veel gevallen moet daarom een nog niet geschikt uitgangs-

7907167

produkt, voordat het aan de klasseertrap wordt ingevoerd, minstens door een verkleiningsbehandeling, dikwijls in combinatie met een klassering, in een geschikt gebied van deeltjesgrootten worden gebracht. Wanneer het uitgangsprodukt een samengesteld materiaal is dient, evenals bij de klassieke behandeling van minerale grondstoffen, door verkleining de "vergroeiing" van de componenten zover mogelijk verwijderd te worden. De erop aansluitende sortering gelukt beter naar mate bijvoorbeeld een samengesteld materiaal door de ervoor geplaatste verkleining tot deeltjes van de ene of de andere soort, verder geschikt gemaakt is. Bij een twee- of meer componentensortering bestaat het uitgangsmengsel voor de erachter geplaatste klasseertrap (ziften of zeven) dan uit een menging van twee of meer disperse vaste stoffen die verschillend zijn in de verdeling van de grootte en de daalsnelheid.

Er kunnen drie gevallen worden onderscheiden wat betreft verschillende dichtheid en/of vorm. In het eerste geval verschillen de componenten slechts in de dichtheid van de vaste stof, terwijl daarentegen de vorm gelijk is. Hier slaagt sortering in de componenten. In het tweede geval is de dichtheid van de componenten hetzelfde maar de vorm verschillend, de werkwijze kan dan ook worden toegepast op een mengsel van materialen met dezelfde dichtheid maar verschillende vorm, voor vormsortering. In het derde geval, dat als regel voorkomt, verschillen de deeltjes zowel wat betreft de dichtheid als ook wat betreft de vorm. Verschillen in de vorm van de deeltjes van de componenten kunnen de werkwijze positief en negatief beïnvloeden. Zo is het zeer goed mogelijk dat deeltjes van dezelfde grootte wel verschillende dichtheid en vorm hebben, maar toch dezelfde daalsnelheid vertonen, zodat daardoor de nieuwe werkwijze niet kan worden toegepast.

Zoals reeds werd beschreven moet de klassering in de eerste trap leiden tot zo smalle klassen dat uit elke klas in de tweede trap de verdere klassering de uit te sorteren componenten kunnen worden afgescheiden.

In de tweede trap worden, voor zover de klassering in de eerste geschied is door zeven, zeefkorrelgrootteklassen opgegeven. De sortering van elk zo'n zeefkorrelgrootteklasse in twee componenten, bijv.

7907167

met behulp van een tegenstroom-cycloon met zwaartekracht, is bijv. slechts mogelijk wanneer de klas grenzen van de zeefklassering, die bepaald worden door de maaswijdten  $x_i$  en  $x_{i+1}$  van achtereenvolgende zeven, zo worden gekozen dat de daalsnelheid van de specifiek zwaardere deeltjes, die overeenkomen met de maaswijdte  $x_i$  die steeds de bovenste klassegrens bepaalt, groter is dan, of in elk geval gelijk is aan de daalsnelheid van de soortelijk lichtere deeltjes ( $1 \leq i \leq m$ ) die overeenkomen met de kleinste maaswijdte  $x_{i+1}$  die telkens de onderste klassegrens bepaalt. Bij uitgangsmengsels uit meerdere componenten moeten de klassegrenzen zo dicht bij elkaar liggen dat de daalsnelheidsgebieden van alle componenten elkaar niet of slechts in geringe mate overlappen. Dit is het geval wanneer de vermelde voorwaarde voor een uitgangsmengsel van twee componenten vervuld is voor die component van de bij elkaar liggende componenten waarbij de daalsnelheidsverhouding voor dezelfde korrelgrootten het kleinste is, dus de verdelingen van de daalsnelheid, die afhankelijk zijn van de deeltjesgrootte, dus het dichtst bij elkaar liggen en daarmee de strengste eis aan de eerste trap is gesteld, zodat de sortering in de tweede trap gelukt.

In fig. 1 is de afhankelijkheid weergegeven tussen de zeefkorrelgrootte  $X$  van de korrelverdelingen van vier componenten met verschillende dichtheden  $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4$ , ( $\rho_1 < \rho_2 < \rho_3 < \rho_4$ ) en telkens met bepaalde vorm, en de daalsnelheid  $W_g$ . De dichtheidsverhouding van de componenten 3 en 2 is het kleinste. De tussen deze componenten getekende traplijn bepaalt de breedte van de zeefkorrelgrootteklassen en de daalsnelheidsklassen, die bij de klassering in de eerste trap moeten worden bereikt, opdat de frakties van de componenten die steeds een andere dispersietijdsgrootte hebben, op elkaar aansluiten, meestal iets van elkaar gescheiden zijn of elkaar hoogstens . . . iets overlappen. Men ziet dat de korrelverdelingen van de vier componenten elkaar in verregaande mate overlappen, d.w.z. in het gebied van zeefkorrelgrootten van  $x_1$  tot  $x_m$  zijn alle componenten in dezelfde mate vertegenwoordigd.

De keuze van alle klassegrenzen van de eerste klassering door zeping, en daarmee de maaswijdten  $x_i$  en  $x_{i+1}$  van naburige zeven, die

7907167

een erop aansluitende cycloonzifting mogelijk maken voor het sorteren, kan dus worden geschat uit de voorwaarde dat de daalsnelheid van de soortelijk lichtere deeltjes die overeenkomen met de bovenste klassegrens gelijk is aan of kleiner dan de daalsnelheid van de soortelijk zwaardere deeltjes die de onderste klassegrens bepaalt. Hieruit volgt, voor een tegenstroomcycloon met zwaartekracht, omdat gelijkheid vereist wordt tussen de snelheid  $v_L$  van de scheidingsziftlucht en de daalsnelheid  $w_{gt}$  van de scheidingskorrelgrootte:

$$v_L = w_{gt} \quad (1)$$

De bepalende waarde voor  $w_{gt}$  of en daarmee voor  $v_L$  is hierbij de weerstandswet die bepalend is voor de omstroming van deeltjes in de cycloon. In het algemeen moeten als aard van de omstroming van de deeltjes de laminaire en de turbulente omstroming worden onderscheiden; bij de laminaire omstroming ( $n = 2$ ) (het gebied A in fig. 2 met  $Re \leq 2,5$ ) is de weerstandswet van Stokes bepalend, en bij de turbulente omstroming ( $n = 1$ ) (het gebied C in fig. 2, met  $Re \geq 1000$ ) is de kwadratische weerstandswet geldig, terwijl tenslotte nog het daartussen liggende overgangsgebied van omstroming moet worden onderscheiden ( $1 \leq n \leq 2$ ) (het gebied B in fig. 2). De parameter  $n$  houdt rekening met de stijging van de kromme van de weerstandscoefficiënt van de deeltjesomstroming met de scheidingsziftluchtsnelheid  $w_{gt}$ . De kromme van de weerstandscoefficiënt, die de afhankelijkheid aangeeft tussen de weerstandscoefficiënt  $c_w$  en het getal Reynolds  $Re = x \cdot v_L / \mu$  ( $\mu$  = kinematische viscositeit) en de kromme van de parameter  $n$  in afhankelijkheid van het getal van Reynolds zijn in fig. 2 getekend.

Veronderstelt men nu bolvormige deeltjes en verwaarloost men ook de invloed van de vorm dan kan als algemene lering voor de keuze van de klassegrenzen resp. voor de gradatie van de zeven, de hierboven reeds vermelde voorwaarde als volgt worden geformuleerd:

$$x_i = x_{i+1} \cdot \sqrt[n]{(\rho_g / \rho_L)_{\min}}; \quad 2 \geq n \geq 1 \quad (2)$$

d.w.z. de gradatie van de maaswijdte  $x_i$  ten opzichte van de eerstvolgende maaswijdte  $x_{i+1}$  kan vereenvoudigd verregaand worden berekend uit de  $n$ -de machts wortel van de kleinste dichtheidsverhouding van de deeltjes van een zware component met de dichtheid  $\rho_g$  ten opzichte van de deeltjes van een lichte component van het uitgangsmengsel met de

dichtheid  $\rho_L$ . Bij uitgangsmengsels met twee componenten is dus de dichtheidsverhouding van de beide componenten maatgevend. Bij uitgangsmengsels die uit meerdere componenten bestaan wordt de kleinste dichtheidsverhouding gevormd uit de componenten waarvan de van de korrelgrootte afhankelijke daalsnelheidsverdelingen het dichtst bij elkaar liggen. De parameter  $n$  heeft in het laminaire gebied de waarde 2 en in het turbulente gebied de waarde 1.

Uit experimentele onderzoeken is gebleken dat men ervan kan uitgaan dat het cycloneren van grove deeltjes in het algemeen geschiedt in turbulente omstroming en dus  $n$  voor de bij benadering bolvormige deeltjes in de buurt van 1 zal liggen, terwijl bij sterk van de bolvorm afwijkende deeltjes en bij ziften in het overgangsgedebied tussen laminaire en turbulente omstroming de parameter  $n$  in de buurt van 1,5 ligt. Bij het ziften van de fijnste deeltjes neemt de invloed van de vorm af; bij voorkeur zal deze zifting worden uitgevoerd in het laminaire gebied, zodat het getal  $n$  dicht bij 2 ligt. In welk stromingsgebied een optimale realisatie van de werkwijze kan plaatsvinden hangt af van de vele vormen en van de dichtheden van de deelnemende componenten van het uitgangsmengsel. Daarom moet onder omstandigheden het uitgangsprодукt allereerst door een extra verkleining en klassering in het gunstigste gebied van korrelgrootten worden gebracht.

Aan de voorwaarde (2) voor de gradatie van de zeefmaaswijdten dient slechts "in verregeaande mate" of "in hoofdzaak" voldaan te zijn. Daarmee dient tot uitdrukking gebracht te worden dat de sneden bij het scheiden niet noodzakelijk moeten worden gemaakt bij de maaswijdten die uit de berekening voortvloeien, maar dat men zijn toevlucht kan nemen tot in de handel verkrijgbare zeven met genormeerde maaswijdten, zodat het niet noodzakelijk is om speciaal zeven te maken met maaswijdten die uit berekening voortvloeien. Met de genormeerde reeksen zeven heeft men een voldoende groot aantal maaswijdten ter beschikking vóór het realiseren van de werkwijze om te voldoen aan de in de conclusies vermelde voorwaarden van technisch (in hoofdzaak) voldoen. Bovendien zijn toepassingen denkbaar die voor het bereiken van grote scheidingscherpte, en daarmee een betere verwrijking en een betere op-

790 71 67

brengst, geen rechtvaardiging vormen voor speciale fabricage van zeven met bepaalde, niet genormeerde maaswijdten. Omgekeerd ontstaat voor klasseerziften de eerste trap in daalsnelheidsklassen de voorwaarde voor de vereiste gradatie van de scheidingsziffluchtsnelheden, om  
5 zeefsorteren mogelijk te maken in de tweede trap,

$$v_{Li+1} \leq v_{Li} \sqrt[n]{(\rho_s/\rho_L)_{\min}} \quad ; \quad 1 \leq n \leq 2 \quad (3)$$

d.w.z. de gradatie van de hogere snelheidswaarde  $v_{Li+1}$  ten opzichte van de bijbehorende lagere snelheidswaarde  $v_{Li}$  van de zifter die ervoor, of erachter is geschakeld, kan ook in het algemeen vereenvoudigd  
10 in hoofdzaak worden berekend uit de n-de machtswortel van de kleinste dichtheidsverhoudingen van de deeltjes van een zware component ten opzichte van de deeltjes van een lichtere component van het uitgangsmengsel, waarbij in het laminaire gebied  $n = 1$  geldt.

Voor de technische realisering moet het getal n, dat rekening  
15 houdt met de aard van de omstroming van de deeltjes door de zifflucht, zo worden gekozen dat zowel rekening wordt gehouden met de in de cycloon heersende aanstroomvoorwaarde als met de mogelijkerwijs concurrerende invloed van de vorm van de te scheiden deeltjes. Dit kan voor elke toepassing van de werkwijze tevoren in tests experimenteel  
20 worden vastgesteld.

Wanneer de klassering in de eerste stap plaats vindt door zeping worden de daarbij verkregen zeefgrootteklassen door series windziftbehandelingen met behulp van stellen cycloons gescheiden in de componenten. In de cycloons van elk stel en in elke zifttrap moet  
25 de scheidingsziffluchtsnelheid  $v_{Lj,c}$  (de index j duidt de component resp. de zifttrap aan en de index c het stel cycloons), waardoor de scheidingsgrens wordt bepaald, steeds zo zijn ingesteld dat geldt:

$$v_{Lj,c} = k W_{gt} \quad (4)$$

, waarin  $W_{gt}$  de daalsnelheid in de lucht is van de grofste deeltjes,  
30 die de scheidingsgrens bepalen, van de af te scheiden lichte component van elke zeefgrootteklasse, en k een konstante die rekening houdt met de vorm van de deeltjes, de belasting van de zifflucht met deeltjes, en het gekozen type van de ziftinrichting, welke konstante ligt tussen 0,3 en 1. De daalsnelheid  $w_g$  van een deeltje in lucht kan worden  
35 berekend volgens de bekende wetmatigheden.

7907167

Onderzoekingen hebben de juistheid van de opzet volgens de uitvinding bevestigd en aangetoond, dat voor de scheiding van de gewoonlijk aanwezige dichtheidsgebieden aan de berekening van de gradatie van de maaswijdten respektievelijk van de scheidingsziftluchtsnelheden de kleinste dichtheidsverhouding van de te scheiden componenten ten grondslag gelegd kan worden. De scheidingsziftluchtsnelheid  $v_{Li}$  kan telkens worden berekend voor een toepassingsgeval, waarin bijvoorbeeld zig-zag-zifters worden gebruikt in de sorteertrap, uit de vermelde vergelijking (4) met de konste  $k=0,5$ , afhankelijk van de invloed van de verschillende deeltjesvormen in de te scheiden component.

Er kunnen voor de vereiste instelling van de scheidingsziftluchtsnelheden in de cycloon, bijvoorbeeld in de cycloon met steigbuis, afwijkingen voordoen van de vermelde vergelijking (4), hetgeen door tests tevoren moet worden vastgesteld.

In elk geval geldt echter dat bij de cycloonbehandeling met de invloed van de zwaartekracht, die de voorkeur heeft, de scheidingsziftluchtsnelheid gelijk moet zijn aan de daalsnelheid van de grofste lichte deeltjes die uit de zeefgrootteklasse moet worden uitgesorteerd, respektievelijk juist iets kleiner moet worden ingesteld dan de daalsnelheid van de kleinste eerstvolgende zwaardere deeltjes die in de zeefgrootteklasse aanwezig zijn.

Omdat vormbeschrijvingen van de deeltjes slechts zeer moeilijk kwantitatief mogelijk zijn, kunnen ook nauwelijks nauwkeurige kwantitatieve opgaven worden gedaan voor de keuze van de gradatie bij sterke vormverschillen van de aanwezige componenten. Sterke vormverschillen verbeteren echter de werkwijze volgens de uitvinding in die zin dat bredere grootteklassen kunnen worden toegelaten bij de zeefklassering, d.w.z. grote sprongen in de gradatie van de zeving, wanneer de invloed van de vorm op de daalsnelheidsverdeling van de specifieke zwaardere deeltjes groter is dan de daalsnelheidsverdeling van de soortelijk lichtere deeltjes. Het aantal klasseerzeven kan dan dus kleiner worden gekozen. De werkwijze wordt daardoor economisch.

Wanneer de klassering in de eerste stap plaatsvindt door cycloonwerking worden de daarbij verkregen daalsnelheidsklassen door series zeven respektievelijk stellen zeven in de componenten gescheiden.

Voor de zeven in elk stel is de maaswijdte  $x_{c,j}$  (de index  $c$  duidt op de daalsnelheidsklasse respektievelijk het stel zeven, en de index  $j$  op de component) waardoor de scheiding van de componenten wordt bepaald, steeds zo bepaald dat hij steeds iets kleiner is dan de kleinste deeltjes van de lichtste component die zich steeds in de daalsnelheids-

klasse bevindt.

De werkwijze volgens de uitvinding kan worden toegepast voor korrelgrootten vanaf ongeveer 30  $\mu\text{m}$ , voor zover de technisch ter beschikking staande luchtstraalzeving in dit gebied van korrelgrootten nog met capaciteit bruikbaar is. De toepassingsgrens naar boven ligt bij deeltjes van ca 30 mm bij  $\rho_L = 5\text{g/cm}^3$ . Dit hangt enerzijds af van de aangeboden zeefmachines, die bijvoorbeeld bij het Mogensens-principe tot aan deze grens bruikbaar zijn, en anderzijds van de technische omvang in de klassering of sortering door cycloonwerking. In het genoemde gebied van korrelgrootten zijn alle technisch ter beschikking staande zeefmethodes en zeven, zoals bijvoorbeeld vlakke zeven, trilzeven en ronde heen en weer gaande zeven, enkel of in meervoudige opstelling, bruikbaar.

Het is doelmatig om de cyclonen of wendscheiders uit te voeren met opstijgende luchtstroom, bijvoorbeeld als zig-zag-scheider, waaruit de lichte deeltjes naar boven toe pneumatisch verdwijnen.

Als alternatief ten opzichte van dit wendscheiden in tegenstroom met invloed van de zwaartekracht in scheiders met stijgbuizen kan ook een wendscheider met dwarsstroom worden gebruikt, zoals bij het ongeklasseerde uitgangsmengsel, zoals vermeld, reeds werd toegepast. In dat geval dienen minstens enkele van de wendscheiders van dit dwarsstroomtype te zijn met een luchtstroming die in dwarsrichting doorstroomt wordt door de als dunne laag naar beneden vallende deeltjesstroom. Bij deze uitvoering is energieverbruik voor het opwekken van de scheidingsluchtstroming geringer dan bij de wendscheiders die met de zwaartekracht in evenwicht werken, en waarbij de, luchtstroming niet alleen tot taak heeft om de lichte deeltjes van de zware te scheiden, maar ook nog om de lichte deeltjes pneumatisch naar een afscheider te transporteren. De afvoer van de deeltjes vindt daarentegen bij de windscheiders met dwarsstroom plaats met behulp van mechanische afvoerin-

stallaties die achter de scheidingszone zijn geschakeld.

Voor het aangegeven gebied van kleinste deeltjes kunnen centrifugaalwindscheiders, bijvoorbeeld spiraalscheiders of afbuigscheiders worden toegepast.

5 De scheiding van zeer grote en daarmee zware deeltjes met behulp van windscheiding zal vanwege de hoge scheidingsdaalsnelheid grote luchthoeveelheden vereisen, zodat een uitvoering van de werkwijze volgens de uitvinding waarbij het uitgangsmengsel eerst door zeping wordt geklasseerd, zo te werk gaat dat de overloop van de grofste zeef met maaswijdte  $x_1$  wordt verkleind en nogmaals wordt toegevoerd aan het uitgangsmengsel, op de plaats van de behandeling op een berg wordt gestort of anders verder wordt behandeld. Het verkleinen van de grootste deeltjes kan bovendien energetisch gunstiger zijn dan het sorteren door zeven of ziften. In het geheel zal men met de voorgeschakelde verkleining niet alleen bereiken dat het uitgangsprодукт op de beschreven wijze geschikt gemaakt wordt, maar tegelijk een grotere uniformiteit nastreven in het voorkomende spectrum van korrelgrootten, om het aantal  $m$  van de noodzakelijke en op de aangegeven wijze te bepalen zevingen of ziften van de klasseertrap en het benodigde aantal van de erachter geschakelde zifters of zeven zo klein mogelijk te houden. Het kan bovendien van voordeel zijn (conclusie 6) dat na het klasseren door zeven voor enkele of alle ziften een selectieve verkleining van de grootteklassen plaatsvindt die gericht is op de verkleining van de lichtere componenten. Op deze wijze kan de erna plaats vindende sortering door ziften in verband met het verschillende gedrag van de componenten bij verkleining worden vergemakkelijkt, en effectiever of met minder windscheiders worden uitgevoerd. Scheidingsscherpte en kosten van de droge sorteermethode volgens de uitvinding nemen toe met toenemend aantal smallere zeefgrootteklassen resp. daalsnelheidsklassen in de klasseertrap, en evenzeer neemt de verrijking toe, d.w.z. de kwaliteit en onder omstandigheden ook de opbrengst aan de componenten die verregaand zuiver zijn. Omdat de economie van de werkwijze afhangt zowel van technische kosten, d.w.z. apparaatskosten, kosten aan tijd en personeel, maar ook van de bereikbase prijs voor het te sorteren eindprodukt, zal de meest economische

7907167

methode tussen de aangegeven uitersten liggen en dient deze door onderzoeken te worden bepaald voor elk te scheiden uitgangsmengsel.

5 Gebruikelijke breedten van de korrelgrootteverdeling bij verschillende materiaalmengsels, zoals bijvoorbeeld op het gebied van mineralen, speciale overblijvende materialen, of samengestelde stoffen, nonferrometaaldelen in Schredderschroot, kolen en wasstenen, vuilnis en ander materiaal, zelfs ertsen, zullen stellen zeven of windscheiders vragen van  $m=5$  tot 15, waarbij mengsels van meerdere componenten tot aan  $p=5$  componenten voor de sortering volgens de uitvinding denkbaar zijn.

10 Een sorteerinstallatie die geschikt is voor toepassing van de werkwijze waarbij uit een uitgangsmengsel  $p$  componenten (uit meerdere componenten) kunnen worden uitgesorteerd, omvat een eerste trap met een stel van  $m \geq 3$  achter elkaar geschakelde droog-klasseerinrichtingen voor het klasseren van het uitgangsmengsel in klassen van een eerste dispersietijdsgrootheid van de deeltjes van het uitgangsmengsel, waarin de fraktie van de tweede dispersietijdsgrootheid van de deeltjes van elke uit te sorteren komponent steeds gescheiden gehouden wordt van de frakties van de andere componenten of deze slechts in geringe mate overlapt, en door

20 een tweede trap met stellen achter elkaar geschakelde verdere droogklasseerinrichtingen voor elke klasse om die achtereenvolgens te scheiden in frakties bij scheidingsgrenzen die overeenkomen met de beide grenzen van de tweede dispersietijdsgrootheid van de deeltjes van elke fraktie daaruit te sorteren componenten, waarbij steeds aan elke eerste klasseerinrichting van een stel van de verdere klasseerinrichtingen een klasse kan worden toegevoerd, en uit de verdere klasseerinrichtingen steeds de zuivere of sterk verrijkte frakties van de componenten afzonderlijk of in willekeurige combinatie kunnen worden afgenomen.

30 Een voorkeursuitvoering, waarbij het uitgangsmengsel in de eerste trap wordt gezeefd en in de tweede trap door een windscheider gaat, omvat een eerste

35 trap met een stel zeven (1) uit  $m \geq 3$  achter elkaar geschakelde zeven (2) voor het klasseren van het uitgangsmengsel in op elkaar

7907167

volgende zeefkorrelgrootteklassen, waarbij de maaswijdten  $x_i$  van de zeven zodanig gekozen zijn dat de daalsnelheidsfrakties van elke uit te sorteren komponent steeds gescheiden aanwezig zijn van die van de andere componenten of ze elkaar slechts in geringe mate overlappen,

5 en door een tweede trap met tenminste twee stellen van windscheiders, waarbij steeds aan de eerste windscheiders een zeefkorrelgrootteklasse en steeds aan de erachter geschakelde windscheiders de zware fraktie van de in elk geval ervoor geschakelde windscheiders kan worden toegevoerd als uitgangsmateriaal, en waaruit door de gradatie  
10 van de scheidingsziftluchtsnelheden overeenkomend met de daalsnelheden van de nog te winnen grofste en fijnste deeltjes van de uit te sorteren componenten, lichte frakties en zware frakties steeds uit de laatste windscheiders van de uit te sorteren componenten afzonderlijk of willekeurig samengevat als zuivere of sterk verrijkte componenten  
15 kunnen worden afgenomen.

De scheidingsgrenzen van de tweede trap kunnen in verband met de instelbaarheid van de scheidingsziftluchtsnelheden gemakkelijk aan de eisen worden aangepast.

Voor zover het uitgangsmengsel in al zijn  $p$  componenten kan  
20 worden gesorteerd, gelukt dit met een sorteerinstallatie die gekenmerkt is doordat hij omvat

een eerste trap met een stel zeven uit  $m \geq 3$  zeven voor het klasseren van het uitgangsmengsel in  $(m+1)$  op elkaar volgende zeefkorrelgrootteklassen, waarbij de maaswijdten  $x_i$  van de op elkaar volgende  
25 zeven zodanig zijn gekozen dat de daalsnelheidsgebieden van de afzonderlijke componenten in elke zeefkorrelgrootteklasse van elkaar zijn gescheiden op elkaar slechts in geringe mate overlappen,

alsmede door een tweede trap met  $(m+1)$ , minstens  $((m/2)+1)$ , stellen van steeds  $(p-1)$  achter elkaar geschakelde windscheiders elk  
30 voor een zeefkorrelgrootteklasse voor het sorteren daarvan in frakties van één komponent elk, waarbij steeds aan de eerste windscheiders een zeefkorrelgrootteklasse uit het stel zeven, en aan de steeds daarachter geschakelde windscheiders de zware fraktie van de in elk geval ervoor geschakelde windscheiders kan worden toegevoerd als uitgangs-  
35 materiaal, en waaruit steeds de lichte frakties van dezelfde komponent

7907167

en de zware frakties van elke laatste windscheider afzonderlijk of willekeurig gekombineerd als zuivere of verrijkte komponent kunnen worden afgenomen.

5 De gradatie van de maaswijdten  $x_i$  van de zeven vindt plaats volgens vergelijking (2) of een grafiek volgens fig. 1.

Een verdere gunstige uitvoeringsvorm van de sorteerinstallatie, waarbij het uitgangsmengsel in de eerste trap met windzeven wordt behandeld en in de tweede trap gezeefd wordt, omvat

10 een eerste trap met  $m \leq 3$  achter elkaar geschakelde windscheiders voor het klasseren van het uitgangsmengsel in op elkaar volgende daalsnelheidsklassen, waarvan steeds de zwaardere daalsnelheidsklasse van de eerste  $(m-1)$  windscheiders als uitgangsmateriaal kan worden toegevoerd aan de in elk geval erachter geschakelde windscheiders, waarbij de scheidingsziftluchtsnelheden in de op elkaar volgende wind-

15 scheiders zodanig instelbaar zijn dat de zeefkorrelgroottefrakties van de uit te sorteren komponenten in elke daalsnelheidsklasse van elkaar gescheiden zijn of elkaar slechts in geringe mate overlappen,

en door een tweede trap met tenminste twee stellen achter elkaar geschakelde zeven, waarbij steeds aan de eerste zeef een daalsnelheidsklasse uit de windscheiders kan worden toegevoerd na de afscheiding daarvan uit de ziftlucht, en waarmee, door de gradatie van de maaswijdten van de zeven overeenkomstig de korrelgrootte van de nog te winnen grofste en fijnste deeltjes van de steeds uit te sorteren komponent, na elkaar frakties van de zuivere of verrijkte komponenten

25 kunnen worden afgescheiden, waaruit steeds de frakties van dezelfde komponent afzonderlijk of willekeurig gecombineerd kunnen worden afgenomen.

Deze variant laat het toe dat de vereiste klassegrenzen in de eerste trap nauwkeurig worden aangehouden.

30 Voor zover het uitgangsmengsel in al zijn  $p$  komponenten moet worden gesorteerd gelukt dit uitstekend met deze installatie wanneer die omvat een

eerste trap met  $m \geq 3$  achter elkaar geschakelde windscheiders, waarmee het uitgangsmengsel klasseerbaar is in  $(m+1)$  daalsnelheids-

35 klassen, waarvan steeds de zwaardere daalsnelheidsklasse van de eerste

7907167

(m-1) windscheiders als uitgangsmateriaal kan worden toegevoerd aan de telkens erachter geschakelde windscheiders en waarbij de daalziftluchtsnelheden in de op elkaar volgende windscheiders zodanig instelbaar zijn dat de zeefkorrelgroottefrakties van de afzonderlijke komponenten in elke daalsnelheidsklasse van elkaar gescheiden zijn of elkaar slechts in geringe mate overlappen,

alsmede door een tweede trap met (m+1), tenminste ((m/2)+1), stellen zeven elk bestaande uit (p-1) achter elkaar geschakelde zeven elk voor een daalsnelheidsklasse voor het sorteren daarvan in frakties elk van een komponent, waarbij steeds aan de eerste zeef daarvan een daalsnelheidsklasse uit de windscheider kan worden toegevoerd en waarmee door de gradatie van de maaswijdten van de zeven elke daalsnelheidsklasse in frakties van de zuivere of verrijkte componenten sorteerbaar is, en waaruit steeds de frakties van dezelfde komponent afzonderlijk of willekeurig gecombineerd kunnen worden afgenomen.

De gradatie van de scheidingsziftluchtsnelheden vindt het beste plaats volgens vergelijking (3) resp. aan de hand van een grafiek volgens fig. 1, waarin de korrelverdelingen van de componenten zijn weergegeven, waarbij de getrapte lijn tussen de beide krommen gelegd wordt waarvan de componenten de kleinste dichtheidsverhouding geven.

Bij toepassing van de werkwijze voor het sorteren van aluminiumdeeltjes ( $\rho_2 = 2,7 \text{ g/cm}^3$ ) uit Schredder-schroot, waarin ze zich bevinden met verontreinigende niet-metalen ( $\rho_1 \leq 1,85 \text{ g/cm}^3$ ) en zware metalen ( $\rho_3 \geq 4,2 \text{ g/cm}^3$ ), werden voor de sorteerinstallatie de volgende getalwaarden verkregen voor de keuze van de maaswijdten  $x_i$  en de instelling van de scheidingsziftluchtsnelheden  $v_{Lj,c}$ . Op de eerste en de tweede regel zijn vermeld het zeefnummer en de maaswijdte van de zeven bij de eerste klassering en op de derde en vierde regel de scheidingsziftluchtsnelheden  $v_{L1,c}$  telkens van de eerste zifttrap uit tegenstroomwindscheiders en de snelheden  $v_{L2,c}$  in elk van de tweede zifttrappen uit tegenstroomwindscheiders voor de tweede klassering. De doorlaat van de fijnste zeef met de maaswijdte  $x_{10}$  werd niet gezift.

7907167

	1.	1	2	3	4	5	
	2.	27,5	22,5	18,8	15,5	12,9	
	3.	21,1	19,2	17,4	15,9	14,4	
	4.	28,5	25,9	23,6	21,5	19,6	
5	5.	28,0	22,4	19,0	16,0	13,2	
		6	7	8	9	10	-
		10,7	8,8	7,3	6,0	5,0	mm
		13,1	11,9	10,9	9,9	9,0	m/s
		17,8	16,2	14,7	13,4	12,0	m/s
10		11,2	9,0	7,5	6,3	5,6	mm

Omdat de berekende waarden voor de maaswijdten niet overeenstemmen met de genormeerde maaswijdten worden de op de 5e regel vermelde waarden van de genormeerde zeefreeks R 40 volgens DIN 4188 (ISO-aanbeveling 150 R 3 DIN 323 NFX 01-0,01 B.5.2.045) voor de praktische toepassing gebruikt. De waarden voor de in te stellen scheidingsziftluchtsnelheden veranderen in het onderhavige geval vrijwel niet.

De uitvinding is realiseerbaar bij sorteerinstallaties waarvan de opbouw schematisch weergegeven is in de bijgevoegde tekening.

In de tekening is:

Fig. 3 het schema van een installatie voor het sorteren van een uit twee ( $p=2$ ) componenten bestaand uitgangsmengsel met behulp van  $m$  zeven en  $(m+1)$  windscheiders in de beide componenten.

Fig. 4 het schema van een installatie voor het sorteren van een uit  $p$  componenten bestaand uitgangsmengsel met behulp van  $m$  zeven  $(m+1) \cdot (p-1)$  windscheiders in zijn  $p$  componenten.

Fig. 5 het schema van een installatie voor het sorteren van een uit twee ( $p=2$ ) componenten bestaand uitgangsmengsel met behulp van  $m$  windscheiders en  $(m+1)$  enkelvoudige zeven in zijn beide componenten.

Fig. 6 het schema van een installatie voor het sorteren van een uit  $p$  componenten bestaand uitgangsmengsel met behulp van  $m$  windscheiders en  $(m+1) \cdot (p-1)$  zeven in zijn  $p$  componenten.

Een uitgangsprodukt uit twee of meer componenten wordt eerst door eenvoudig zeven, ziften of verkleinen voorbereid voor de sortering met de werkwijze volgens de uitvinding, waarbij deze conditione-

7907167

ring van het produkt in volgorde aan het produkt aangepast wordt, door speciale behandeling gecompleteerd ofwel achterwege gelaten, wanneer het uitgangsprодукt reeds geschikt is en een eerste verrijking door zeven of ziften niet bereikbaar is respektievelijk verontreinigingen niet behoeven te worden verwijderd. Door deze voorbereiding wordt het uitgangsmengsel verkregen.

Bij de in fig. 3 schematisch weergegeven sorteerinstallatie wordt door uit twee componenten bestaand uitgangsmengsel F allereerst in een eerste trap geklasseerd op een zeefmachine met een stel zeven 1, bestaande uit  $m$  stuks zeven (2) die geklasseerd zijn volgens vergelijking (2) in  $(m+1)$  op elkaar aansluitende zeefkorrelgrootteklassen. Hiervoor geschikte zeefmachines zijn algemeen bekend. Alle zeven 2 van het stel 1 dienen niet in een enkele zeefmachine verenigd te zijn. Ze kunnen verdeeld zijn over meerdere achter elkaar geschakelde zeefmachines, steeds met slechts één of twee zeven. De maaswijdten van de zeven zijn aangeduid door  $x_1$  (de grofste maaswijdte) ...  $x_{m-1}$  en  $x_m$  (kleinste maaswijdte). De grootste zeefkorrelgrootteklasse blijft achter op de eerste zeef van het stel, de zeef met de maaswijdte  $x_1$ , terwijl de fijnste zeefkorrelgrootteklasse die klasse is die nog door de laatste zeef van het stel heenvalt, de zeef met de kleinste maaswijdte  $x_m$ .

In de tweede trap wordt elk van deze  $(m+1)$  zeefkorrelgrootteklasse steeds toegevoerd aan één exemplaar van een aantal  $(m+1)$  aan de zijde van de uitlaat parallel geschakelde windscheiders 4, die steeds een enkele zifttrap 3 vormen, toegevoerd via leidingen 5.

De windscheiders 4 zijn schematisch weergegeven als zwaartekracht-windscheiders met een vertikale ziftbuis, waarin onderaan ziftlucht  $L$  wordt ingeleid met behulp van een niet weergegeven ventilator. De via elk van de leidingen 5 toegevoerde, te ziften zeefkorrelgrootteklassen worden aan de zijkant toegevoerd aan de ziftlucht in de windscheiders die van beneden naar boven stroomt met een scheidingsziftluchtsnelheid  $v_{Lc}$ . De lichtste deeltjes, waarvan de daalsnelheid  $w_g$  kleiner is dan de scheidingsziftluchtsnelheid  $v_{Lc}$ , worden steeds tegen hun eigen zwaartekracht in door de ziftlucht naar boven meegenomen en daarmee als lichte fraktie afgevoerd door een uitlaat 6. De zware

7907167

deeltjes vallen tegen de kracht van de opstijgende ziftluchtstroom naar beneden en worden als zware fraktie afgevoerd door een uitlaat 7.

5 In de windscheiders 4 zijn verschillende scheidingsziftluchtsnelheden  $v_{Lc}$  ( $v_{L1}$  tot  $v_{L(m+1)}$ ) ingesteld, vastgesteld met gebruikmaking van de hierboven vermelde vergelijking (4). In de windscheiders 4 slaagt men daarmee in, in verband met de voorafgaande zeefklassering van het uitgangsmengsel in de smalle zeefkorrelgrootteklassen, elke klasse in hoofdzaak volledig te scheiden in de beide componenten. De lichte fraktie die steeds uit de uitlaat 6 van een windscheider 4 komt, wordt door de ziftlucht afgevoerd naar een verzamelleiding 11, en de zware fraktie die steeds uit de uitlaat 7 van een windscheider 4 komt wordt naar een andere verzamelleiding 12 gevoerd. Aan de uitgang van een verzamelleidingen 11 en 12 staan volledig de zuivere resp. verrijkte lichte komponent als produkt P1 en de zuivere resp. verrijkte 15 te zware komponent als produkt P2 ter beschikking. Ze kunnen voor verdere verwerking rechtstreeks met de ziftlucht worden toegevoerd of eerst in niet weergegeven afscheiders, b.v. cycloonafscheiders met luchtfilters, worden afgescheiden om dan als afvalmateriaal ter beschikking te staan. Elke lichte fraktie en elke zware fraktie van de 20 windscheiders 4 kan inplaats van naar een verzamelleiding afzonderlijk of willekeurig gecombineerd, b.v. uit de eerste, derde en vijfde scheider en uit de tweede en vierde scheider, als gereed materiaal worden afgevoerd, eventueel na te voren afscheiden uit de ziftlucht.

25 Na het klasseren in de zeefmachine is bij een, meerdere of alle zeefkorrelgrootteklassen vóór het ziften een selektieve verkleining Z van de lichte komponent mogelijk doordat de klasse eerst in een verkleiningsmachine en van daaruit in de betreffende windscheider wordt geleid. De selektieve verkleining wordt uitgevoerd met het doel om de vereiste scheidingsziftluchtsnelheid van de volgende zifting 30 te kunnen laten dalen.

Het geval van de verkleining Z is in fig. 3 weergegeven voor de grofste zeefkorrelgrootteklasse die afkomstig is van de eerste zeef 2 van het stel 1 met de grootste maaswijdte  $x_1$ . Deze klasse wordt via een leiding 5', eventueel door middel van een niet weergegeven transporteur, toegevoerd aan een schematisch weergegeven verkleiningsma- 35

7907167

chine 9, en van daaruit via een leiding 5" naar de eerste windscheider 4.

Bij het sorteren van aanvangsmengsels met  $p$  componenten dient de sorteerinstallatie volgens fig. 3 zo te worden uitgebreid als in fig. 4 is weergegeven; volgens deze uitvoering wordt voor het sorteren door middel van zeping voor elk van de in het stel zeven gewonnen  $(m+1)$  zeefkorrelgrootteklassen in  $p$  frakties van telkens één komponent, telkens een stel 10 van  $(p-1)$  achter elkaar geschakelde windscheiders (4) toegepast. Er zijn dus  $(m+1)$  stellen 10 van windscheiders aanwezig. Alle eerste windscheiders van een stel, die overeenkomen met de windscheiders uit de sorteerinstallatie volgens fig. 3, vormen een eerste scheidingstrap 3.1, en alle steeds daarna geschakelde windscheiders van een stel 10 vormen een volgende scheidingstrap 3.j tot 3.( $p-1$ ). Aan de eerste windscheider van elk stel wordt steeds weer een zeefkorrelgrootteklasse uit het stel zeven 1 als uitgangsmateriaal toegevoerd, via een leiding 5. De in elke windscheider terechtkomende zware fraktie wordt aan de uitlaat 7 afgevoerd en als uitgangsmateriaal toegevoerd aan de in de reeks naar achter geschakelde windscheider van de volgende scheidingstrap 3.j, via een leiding.

Voor de stellen 10 van de windscheiders (index  $c$  ( $1 \leq c \leq (m+1)$ )) en scheidingstrappen (index  $j$  ( $1 \leq j \leq (p-1)$ )) worden de vereiste scheidingsziftluchtsnelheden  $v_{Lj,c}$  verkregen met gebruikmaking van de bovenvermelde vergelijking (4). Ze nemen van trap tot trap toe. In de eerste scheidingstrap 3.1 verkrijgt elke uit de windscheider 4 bovenaan met de ziftlucht door de uitlaat 6 naar een verzamelleiding 11 afgevoerde lichte fraktie de lichtste van de twee componenten, als eerste zuivere of verrijkte komponent die het produkt P1 geeft. De lichte frakties van elke volgende zifttrap 3.j tot 3.( $p-1$ ) geven de eerstvolgende zwaardere, zuivere of verrijkte komponent, welke dan in een verzamelleiding 13 tot het produkt P3 worden gecombineerd, terwijl de verdere zwaardere frakties in de verder erachter geschakelde scheidingstrappen, en tenslotte de zwaarste van alle componenten in de  $(p-1)^e$  scheidingstrap 3.( $p-1$ ) gewonnen en in verzamelleidingen 14 en 15 tot produkt P4 en P5 bij elkaar gebracht worden.

De lichte frakties van elke scheidingstrap en de zware fraktie van de laatste scheidingstrap kunnen ook afzonderlijk of willekeu-

790 7167

5 rig gecombineerd als produkt worden gebruikt. Een gescheiden af-  
scheiding van de frakties van de componenten uit de ziftlucht in  
niet weergegeven afscheiders kan in aansluiting op elke windscheiding  
en een gemeenschappelijke afscheiding in aansluiting op en het bij  
elkaar brengen in de verzamelleidingen plaats vinden.

10 Een aantal  $m$  stellen van windscheiders is voldoende wanneer  
het door de laatste zeef met de maaswijdte  $x_m$  heengaande fijnste ma-  
teriaal uit de zeefklassering niet behoeft te worden gesorteerd en  
dus ongezeefd via een gestippeld aangeduide leiding 8 wordt afge-  
voerd. Een verdere reductie tot  $(m-1)$  windscheidersseries 10 resp.  
windscheiders 4 in de afzonderlijke scheidingstrappen 3 is mogelijk  
wanneer de overloop resp. het achterblijvende materiaal op de grofste  
zeef in het stel 1 met de maaswijdte  $x$  wordt toegevoerd aan een ver-  
kleining, en vandaar terug gevoerd wordt in het uitgangsmengsel of  
15 uit de methode wordt afgescheiden voor een andere behandeling. Een  
reductie tot minstens  $((m/2)+1)$  windscheiders is mogelijk, wanneer  
de helft van de zeefkorrelgrootteklassen niet wordt toegevoerd aan  
het sorteren door zifting, bijvoorbeeld omdat ze geen voldoende hoe-  
veelheden bevatten van een uit te sorteren komponent. Elk stel wind-  
scheiders 10 zal meer dan  $(p-1)$  windscheiders omvatten wanneer de  
20 uit meerdere componenten van het uitgangsmengsel uit te sorteren kom-  
ponenten niet aan elkaar grenzen in de gradatie van de dichtheid en/of  
de vorm resp. de daalsnelheid van alle deeltjes met dezelfde grootte,  
dus een daartussen aanwezige komponent moet worden afgescheiden en  
25 verwerkt.

Een stel windscheiders kan minder dan  $(p-1)$  windscheiders  
hebben wanneer in de te ziften zeefkorrelgrootteklasse één of meer uit  
te sorteren componenten niet of niet in voldoende hoeveelheid aanwe-  
zig zijn, wat speciaal bij de grofste en fijnste zeefkorrelgrootte-  
30 klasse het geval kan zijn, terwijl de korrelverdelingen van alle kom-  
ponenten elkaar niet volledig overlappen, zie fig. 1. Hetzelfde geldt  
voor de hierna te beschrijven alternatieve sortering.

De sorteermethode kan volgens de beschreven alternatieve pro-  
duktvoorbereiding voor het prepareren van een uitgangsmengsel ook  
35 zo worden uitgevoerd dat eerst de windscheiding wordt uitgevoerd en

7907167

dan wordt gezeefd. Sorteerinstallaties voor het toepassen van deze alternatieve uitvoering zijn in fig. 5 en 6 schematisch weergegeven. Bij de sorteerinstallatie volgens fig. 5 wordt een uitgangsmengsel F met twee componenten om te beginnen in een eerste trap in een stel windscheiders uit m achter elkaar geschakelde windscheiders 21 geklas-

5 seerd tot (m+1) op elkaar volgende daalsnelheidsklassen. In elke nageschakelde windscheider 21 heerst steeds een grotere scheidingsziftluchtsnelheid  $v_{Li+1}$ . De gradatie is bepaald volgens vergelijking (3).

In een eerste trap worden elke via een uitlaat 26 uit een windscheider 21, waarin de scheidingsziftluchtsnelheid  $v_{Lm}$  heerst, afgevoerde lichtere klasse en de uit de laatste windscheider via de uitlaat 27 daarvan afgevoerde zware klasse afzonderlijk door enkelvoudig zeven op (m+1) van de uitlaatzijde parallel geschakelde zeven 24 met de maaswijdten  $x_c$  (1 c (m+1)), waarvan de daalsnelheidsklassen na

10 afscheiding van de ziftlucht aan niet weergegeven afscheiders kunnen worden toegevoerd via leidingen 25, gescheiden in de beide componenten. De verschillende maaswijdten  $x_c$  van de zeef 24 zijn zodanig gekozen dat in elke daalsnelheidsklasse de fijnste deeltjes van de

15 zware komponent nog juist volledig, hoogstens met een geringe onscherp- te, gescheiden worden van de grofste deeltjes van de lichte komponent. De zuivere of sterk verrijkte lichte komponent komt steeds in de overloop van de zeef respektievelijk in het op de zeef achterblijvende

20 materiaal terecht en wordt steeds als lichte fraktie afgegeven aan verzamelleidingen 31 en tot P1 verenigd, terwijl de zuivere of sterk verrijkte zware komponent aanwezig is als door de zeef gegaan materi-

25 aal en steeds als zware fraktie in verzamelleidingen 32 terecht komt en tot het produkt P2 wordt gecombineerd.

Bij het sorteren van uitgangsmengsels uit meerdere componenten, met p componenten met verschillende dichtheid en/of vorm in die p

30 componenten, moet de tweede trap, waarin de sortering door zeven plaats vindt, worden uitgebreid zoals het geval is bij de in fig. 5 weergegeven installatie. Hier vindt de sortering plaats van de in de m windscheider 21 van de eerste trap gewonnen (m+1) daalsnelheidsklassen in (m+1) zeefmachines 22, elk met een stel zeven 23 uit steeds (p-1)

35 achter elkaar geschakelde zeven 24 met de maaswijdten  $x_{c,j}$  (de index

7907167

$c$  ( $1 \leq c \leq (m+1)$ ), duidt het stel zeven aan en de index  $j$  ( $1 \leq j \leq p$ ) de component respectievelijk de zeeftap respectievelijk de zeef van een stel zeven). Elke daalsnelheidsklasse doorloopt steeds één van de stellen zeven 23 met  $(p-1)$  zeven 24, waarvan de maaswijdten gegradeerd zijn volgens de op elkaar aansluitende korrelgrootteverdelingen van de componenten die aangetroffen zijn in de daalsnelheidsklassen. Bij de overloop respectievelijk het achterblijvende materiaal van de eerste en daarmee grofste zeef 24 van elk stel 23 (maaswijdte  $x_{c,1}$ ) wordt de lichtste component verrijkt, terwijl op de volgende zeven van het stel (maaswijdte  $x_{c,j}$ ) afnemend met de maaswijdte de zwaardere componenten worden verrijkt en daarop aansluitend als doorvallend materiaal van de  $(p-1)$  zeef van elk stel (maaswijdte  $x_{c(p-1)}$ ) de zwaarste component terecht komt als fijnste gesorteerde fraktie. Er zijn in totaal  $(m+1)(p-1)$  zeven aanwezig. De met behulp van het stel zeven 23 gewonnen zeeffrakties met allemaal dezelfde component worden elk in verzamelleidingen 31, 33, 34 en 35 afgegeven en kunnen tezamen als produkt P1, P3, P4 en P5 worden afgevoerd.

- C o n c l u s i e s -

7907167

Conclusies

1. Werkwijze voor het droog sorteren van een korrelvormig, uit twee of meerdere componenten bestaand mengsel met een aantal p uit te sorteren korrelvormige, polydisperse componenten van vaste stof met verschillende dichtheid en/of vorm en met elkaar tenminste gedeeltematig overlappende verdelingen van korrelgrootte en daalsnelheid (dispersietijdsgrootheden) van de deeltjes waarmee het toegevoerde, uit twee of meerdere componenten bestaande mengsel wordt onderworpen aan klasseringen, met het kenmerk

dat in een eerste stap, trap of stadium het uitgangsmengsel droog wordt geklasseerd in op elkaar volgende, zo smalle klassen van een eerste dispersiteitsgrootte van de deeltjes, dat daarin elk van de frakties van de tweede dispersiteitsgrootte van de deeltjes die bepalend is voor de eerstvolgende verdere klassering van elke uit te sorteren component gescheiden aanwezig is van de frakties van de andere componenten of de frakties daarvan slechts in geringe mate overlapt,

en dat dan in een tweede stap, trap of stadium uit elke klasse van de eerste dispersiteitsgrootte elke uit te sorteren component wordt uitgesorteerd door een serie achtereenvolgende verdere droogklasseringen, waarvoor de tweede dispersietijdsgrootte van de deeltjes maatgevend is, bij scheidingsgrenzen die overeenkomen met de beide grenzen van de tweede dispersietijdsgrootte van de deeltjes van elke fraktie welke deeltjes van de uit te sorteren component bevat.

2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk

dat in de eerste stap het uitgangsmengsel met behulp van zeevingen wordt geklasseerd in op elkaar volgende zeefkorrelgrootte-klassen, waarin de daalsnelheidsfractie van elke uit te sorteren component gescheiden aanwezig is van de daalsnelheidsfrakties van de andere componenten of die slechts in geringe mate overlapt,

en dat in de tweede stap uit zeefkorrelgrootte-klassen elke uit te sorteren component wordt uitgesorteerd door een serie op elkaar volgende windzeefbehandelingen (cycloneren) van elk van deze klas-

7907167

sen tot frakties bij scheidingsziftluchtsnelheden, waarbij telkens eenmaal de met de grootste, en eenmaal de met de kleinste daalsnelheden van de nog te verkrijgen deeltjes van de fraktie van elke uit te sorteren component minstens in hoofdzaak worden afgescheiden.

5           3. Werkwijze volgens conclusie 1, m e t h e t k e n m e r k dat in de eerste stap het uitgangsmengsel door middel van cycloneren in achtereenvolgende daalsnelheidsklassen wordt geklasseerd, waarin de fraktie van de zeefkorrelgrootte van elke uit te sorteren component gescheiden aanwezig is van de zeefkorrelgroottefrakties van de andere  
10 componenten of die slechts in geringe mate overlapt,

en dat dan in de tweede stap uit daalsnelheidsklassen, na de verwijdering daarvan uit de ziftlucht van het cycloneren, elke uit te sorteren component wordt uitgesorteerd door een serie op elkaar volgende zevingen van elk van deze klassen tot frakties bij maaswijdten  
15 waarbij eenmaal de grofste en eenmaal de fijnste van de nog te verkrijgen deeltjes van de fraktie van de telkens uit te sorteren component minstens in hoofdzaak worden afgescheiden.

4. Werkwijze volgens conclusie 2, m e t h e t k e n m e r k dat in de eerste stap het uitgangsmengsel wordt geklasseerd  
20 met behulp van m op elkaar volgende zevingen in  $(m+1)$  op elkaar volgende zeefkorrelgrootteklassen, waarbij de maaswijdten  $x_i$  voor de op elkaar volgende zevingen zodanig zijn gekozen dat de daalsnelheidsfrakties van alle componenten in elke zeefkorrelgrootteklasse van elkaar gescheiden zijn of elkaar slechts in geringe mate overlappen,

25           en dat dan in de tweede stap elk van de  $(m+1)$ , minstens  $((m/2)+1)$  zeefkorrelgrootte-klassen wordt gesorteerd door middel van een serie van  $(p-1)$  op elkaar volgende cycloneerbehandelingen tot p daalsnelheidsfrakties van elke component,

30           en dat steeds de lichte frakties van elke cycloneerbehandeling en de zware fraktie van elke laatste cycloneerbehandeling afzonderlijk of willekeurig gecombineerd worden afgevoerd (fig. 3 en 4).

5. Werkwijze volgens conclusie 4, m e t h e t k e n m e r k dat de maaswijdte  $x_i$  bepaald is uit de eerstvolgende kleinere maaswijdte  $x_{i+1}$  van de <sup>er</sup>naast geschakelde zeef volgens de vergelijking

7907167

$$x_i \leq x_{i+1} \cdot \sqrt[n]{(\rho_S/\rho_L)_{\min}}$$

waarbij n een parameter is, die rekening houdt met de stijging van de kromme van de weerstandscoefficient van de omstroming van de deeltjes met de ziftlucht bij de scheidingsziftluchtsnelheid, welke parameter ligt tussen 2 en 1 en in het gebied van de laminaire omstroming van de deeltjes de waarde 2 heeft en in het gebied van turbulente omstroming van de deeltjes de waarde 1, en waarvan de waarde in het overgangsgebied van de deeltjesomstroming daalt van 2 naar 1 ongeveer evenredig met de logaritme van het getal van Reynolds en waarbij  $(\rho_S/\rho_L)_{\min}$  de kleinste verhouding is tussen de dichtheid  $\rho_S$  van een zwaardere component en de dichtheid  $\rho_L$  van een lichtere component.

6. Werkwijze volgens conclusie 3, met het kenmerk dat in de eerste stap het uitgangsmengsel wordt geklasseerd met behulp van m op elkaar volgende cycloneerbehandelingen tot (m+1) op elkaar volgende daalsnelheidsklassen, waarbij telkens de zwaardere daalsnelheidsklasse van de eerste (m-1) cyclonerings als ingangsmateriaal wordt toegevoerd aan de eerstvolgende cyclonering, en waarbij de scheidingsziftluchtsnelheden  $v_{Li}$  van de achtereenvolgende cyclonerings zodanig zijn gekozen dat de zeefkorrelgrootte-frakties van alle componenten in elke daalsnelheidsklasse van elkaar zijn gescheiden of elkaar slechts in geringe mate overlappen,

en dat dan in de tweede stap elk van de (m+1), minstens  $((m/2)+1)$  daalsnelheidsklassen met behulp van een serie van (p-1) op elkaar volgende zevingen wordt gesorteerd tot p zeefkorrelgrootte-frakties, elk van één component, en de frakties van dezelfde componenten steeds afzonderlijk of willekeurig gecombineerd worden verwijderd (fig. 5 en 6).

7. Werkwijze volgens conclusie 5, met het kenmerk dat scheidingsziftluchtsnelheden  $v_{Li+1}$  bepaald zijn uit de snelheid  $n_{Li}$  van de ervoor of erachter geschakelde zifting met lagere scheidingsziftluchtsnelheid volgens de vergelijking

7907167

$$v_{Li+1} \leq v_{Li} \cdot \sqrt[n]{(\rho_S/\rho_L)_{\min}}$$

waarbij  $n$  een parameter is die rekening houdt met de stijging van de kromme van de weerstandscoefficiënt van de ziftluchtomstroming van de deeltjes bij de scheidingsziftluchtsnelheid, liggend tussen 5 1 en 2, welke parameter in het gebied van de laminaire omstroming van de deeltjes de waarde 1 heeft en in het gebied van turbulente omstroming van de deeltjes de waarde 2, en waarvan de waarde in het overgangsgedebied van de deeltjesomstroming stijgt van 1 naar 2 ongeveer evenredig met de logaritmme van het getal van Reynolds, en waarbij 10 door  $(\rho_S/\rho_L)_{\min}$  de kleinste verhouding wordt aangeduid tussen de dichtheid  $\rho_S$  van een zwaardere component en de dichtheid  $\rho_L$  van een lichtere component.

8. Werkwijze volgens één der conclusies 1-7, met het kenmerk dat klassen van de zeving of zifting voorafgaande aan de sortering door verdere klassering eerst worden onderworpen aan een selectieve verkleining die gericht is op verkleining van de lichtere componenten. 15

9. Werkwijze volgens één der conclusies 1-8, met het kenmerk dat tenminste enkele van de cyclonerings tegenstroomcyclonerings zijn met werking van de zwaartekracht in een opstijgende 20 luchtstroming.

10. Werkwijze volgens één der conclusies 1-9, met het kenmerk, dat tenminste enkele van de cyclonerings uitgevoerd worden als dwarsstroom-cyclonerings. 25

11. Werkwijze volgens één der conclusies 1-10, met het kenmerk, dat tenminste enkele van de cyclonerings uitgevoerd worden als omleidingscyclonerings. 30

12. Werkwijze volgens één der conclusies 1-11, met het kenmerk dat tenminste enkele van de cyclonerings uitgevoerd worden als cyclonerings met middelpunt-vliedende kracht.

7907167

13. Sorteereininstallatie met klasseerinrichtingen voor het droogsorteren van een korrelvormig uit twee of meerdere componenten bestaand mengsel met een aantal  $p$  uit te sorteren korrelvormige polydisperse vaste stof componenten met verschillende dichtheid en/of vorm, en met elkaar tenminste gedeeltelijk overlappende verdelingen van korrelgrootte en daalsnelheid (dispersietijdsgrootheden) van de deeltjes waarop het aangevoerde, uit twee of meerdere componenten bestaande mengsel een klasseringen wordt onderworpen, welke installatie geschikt is voor toepassing van de werkwijze volgens één der voorgaande conclusies, g e k e n m e r k t door

een eerste trap met een stel van  $m \geq 3$  achter elkaar geschakelde droogklasseerinrichtingen voor het klasseren van het uitgangsmengsel in klassen van een eerste dispersietijdsgrootheid van de deeltjes van het uitgangsmengsel, waarin de fraktie van de tweede dispersietijdsgrootheid van de deeltjes van elke uit te sorteren component steeds gescheiden gehouden wordt van de frakties van de andere componenten of deze slechts in geringe mate overlapt, en door een tweede trap met stellen achter elkaar geschakelde verdere droogklasseerinrichtingen voor elke klasse om die achtereenvolgens te scheiden in frakties bij scheidingsgrenzen die overeenkomen met de beide grenzen van de tweede dispersietijdsgrootheid van de deeltjes van elke fraktie daaruit te sorteren componenten, waarbij steeds aan elke eerste klasseerinrichting van een stel van de verdere klasseerinrichtingen een klasse kan worden toegevoerd, en uit de verdere klasseerinrichtingen steeds de zuivere of sterk verrijkte frakties van de componenten afzonderlijk of in willekeurige combinatie kunnen worden afgenomen.

14. Sorteereininstallatie volgens conclusie 13, g e k e n m e r k t door

een eerste trap met een stel zeven (1) uit  $m \geq 3$  achter elkaar geschakelde zeven (2) voor het klasseren van het uitgangsmengsel in op elkaar volgende zeefkorrelgrootteklassen, waarbij de maaswijdten  $x_i$  van de zeven zodanig gekozen zijn dat de daalsnelheidsfrakties van elke uit te sorteren component steeds gescheiden aanwezig zijn van die van de andere componenten of ze elkaar slechts in geringe mate overlappen,

7907167

en door een tweede trap met tenminste twee stellen (10) van windscheiders (4), waarbij steeds aan de eerste windscheiders een zeefkorrelgrootteklasse en steeds aan de erachter geschakelde windscheiders de zware fraktie van de in elk geval ervoor geschakelde windscheiders kan worden toegevoerd als uitgangsmateriaal, en waaruit, door de gradatie van de scheidingsziftluchtsnelheden overeenkomend met de daalsnelheden van de nog te winnen grofste en fijnste deeltjes van de uit te sorteren componenten, lichte frakties en zware frakties steeds uit de laatste windscheiders van de uit te sorteren componenten afzonderlijk of willekeurig samengevat als zuivere of sterk verrijkte componenten kunnen worden afgenomen.

15. Sorteerrinstallatie volgens conclusie 13, g e k e n m e r k t door

een eerste trap met  $m \leq 3$  achter elkaar geschakelde windscheiders (21) voor het klasseren van het uitgangsmengsel in op elkaar volgende daalsnelheidsklassen, waarvan steeds de zwaardere daalsnelheidsklasse van de eerste  $(m-1)$  windscheiders als uitgangsmateriaal kan worden toegevoerd aan de in elk geval erachter geschakelde windscheiders, waarbij de scheidingsziftluchtsnelheden in de op elkaar volgende windscheiders zodanig instelbaar zijn dat de zeefkorrelgroottefrakties van de uit te sorteren componenten in elke daalsnelheidsklasse van elkaar gescheiden zijn of elkaar slechts in geringe mate overlappen,

en door een tweede trap met tenminste twee stellen (23) achter elkaar geschakelde zeven (24), waarbij steeds aan de eerste zeef een daalsnelheidsklasse uit de windscheiders (21) kan worden toegevoerd na de afscheiding daarvan uit de ziftlucht, en waarmee, door de gradatie van de maaswijdten van de zeven (24) overeenkomstig de korrelgrootte van de nog te winnen grofste en fijnste deeltjes van de steeds uit te sorteren component, na elkaar frakties van de zuivere of verrijkte componenten kunnen worden afgescheiden, waaruit steeds de frakties van dezelfde component afzonderlijk of willekeurig gecombineerd kunnen worden afgenomen.

16. Sorteerrinstallatie volgens conclusie 14, g e k e n m e r k t door

7907167

een eerste trap met een stel zeven (1) uit  $m \geq 3$  zeven (2) voor het klasseren van het uitgangsmengsel in  $(m+1)$  op elkaar volgende zeefkorrelgrootteklassen, waarbij de maaswijdten  $x_i$  van de op elkaar volgende zeven zodanig zijn gekozen dat de daalsnelheidsgebieden van de afzonderlijke componenten in elke zeefkorrelgrootteklasse van elkaar zijn gescheiden op elkaar slechts in geringe mate overlappen, alsmede door een tweede trap met  $(m+1)$ , minstens  $((m/2)+1)$ , stellen (10) van steeds  $(p-1)$  achter elkaar geschakelde windscheiders (4) elk voor een zeefkorrelgrootteklasse voor het sorteren daarvan in frakties van één komponent elk, waarbij steeds aan de eerste windscheiders een zeefkorrelgrootteklasse uit het stel zeven (1), en aan de steeds daarachter geschakelde windscheiders de zware fraktie, van de in elk geval ervoor geschakelde windscheiders kan worden toegevoerd als uitgangsmateriaal, en waaruit steeds de lichte frakties van dezelfde komponent en de zware frakties van elke laatste windscheider afzonderlijk of willekeurig gekombineerd als zuivere of verrijkte komponent kunnen worden afgenomen (fig. 3 en 4).

17. Sorteereininstallatie volgens conclusie 16, met het kenmerk, dat de maaswijdte  $x_i$  gegradeerd is ten opzichte van de kleinere maaswijdte  $x_{i+1}$  van de volgende zeef (2) overeenkomstig de vergelijking

$$x_i \leq x_{i+1} \cdot \sqrt[n]{(\rho_S/\rho_L)_{\min}}$$

, waarbij  $n$  een parameter is die rekening houdt met de stijging van de kromme van de weerstandscoefficiënt van de ziftluchtstroming van de deeltjes bij de scheidingsziftluchtsnelheid, met een waarde tussen 2 en 1, welke parameter in het gebied van de laminaire deeltjesomstroming de waarde 2 heeft en in het gebied van turbulente deeltjesomstroming de waarde 1, en waarvan de waarde in het overgangsgebied van de deeltjesomstroming van 2 naar 1 daalt ongeveer evenredig met de logaritme van het getal van Reynolds en waarbij  $(\rho_S/\rho_L)_{\min}$  de kleinste verhouding is tussen de dichtheid  $\rho_S$  van een zwaardere komponent en de dichtheid van  $\rho_L$  van een lichtere komponent.

18. Sorteereininstallatie volgens conclusie 15, gekenmerkt door

7907167

een eerste trap met  $m \geq 3$  achter elkaar geschakelde windscheiders (21), waarmee het uitgangsmengsel klasseerbaar is in  $(m+1)$  daalsnelheidsklassen, waarvan steeds de zwaardere daalsnelheidsklasse van de eerste  $(m-1)$  windscheiders als uitgangsmateriaal kan worden toegevoerd aan de telkens erachter geschakelde windscheiders en waarbij de daalziftluchtsnelheden in de op elkaar volgende windscheiders zodanig instelbaar zijn dat de zeeffkorrelgroottefrakties van de afzonderlijke componenten in elke daalsnelheidsklasse van elkaar gescheiden zijn of elkaar slechts in geringe mate overlappen,

alsmede door een tweede trap met  $(m+1)$ , tenminste  $((m/2)+1)$ , stellen zeven (23) elk bestaande uit  $(p-1)$  achter elkaar geschakelde zeven (24) elk voor een daalsnelheidsklasse voor het sorteren daarvan in frakties elk van een component, waarbij steeds aan de eerste zeef daarvan een daalsnelheidsklasse uit de windscheider (21) kan worden toegevoerd en waarmee door de gradatie van de maaswijdten van de zeven elke daalsnelheidsklasse in frakties van de zuivere of verrijkte componenten sorteerbaar is, en waaruit steeds de frakties van dezelfde component afzonderlijk of willekeurig gecombineerd kunnen worden afgenomen (fig. 5 en 6).

19. Sorteërinstallatie volgens conclusie 18, met het kenmerk, dat de scheidingsziftluchtsnelheid  $v_{Li+1}$  ten opzichte van de lagere snelheid  $v_{Li}$  van de ervoor of erachter geschakelde windscheider (21) gegradieerd is overeenkomstig de vergelijking

$$v_{Li+1} \leq v_{Li} \cdot \sqrt[n]{(\rho_S/\rho_L)_{\min}}$$

waarbij  $n$  een parameter is die rekening houdt met de stijging van de kromme van de weerstandscoefficient van de ziftluchtomstroming van de deeltjes bij de scheidingsziftluchtsnelheid, liggend tussen 1 en 2, welke parameter in het gebied van de laminaire deeltjesomstroming de waarde 1 heeft en in het gebied van de turbulente deeltjesomstroming de waarde 2, en waarvan de waarde in het overgangsgebied van de deeltjesomstroming stijgt van 1 naar 2 ongeveer evenredig met de logaritme van het getal van Reynolds, en waarin  $(\rho_S/\rho_L)_{\min}$  de kleinste verhouding is tussen de dichtheid  $\rho_S$  van een zwaardere component en de dichtheid  $\rho_L$  van een lichtere component.

7907167

20. Sorteërinstallatie volgens één der conclusies 13-19,  
m e t h e t k e n m e r k, dat voor het zeven Mogensen-sizers  
aanwezig zijn.

5 21. Sorteërinstallatie volgens één der conclusies 13-20,  
m e t h e t k e n m e r k, dat tenminste enkele van de windscheiders  
(4,21) uitgevoerd zijn als tegenstroomwindscheiders met invloed van  
de zwaartekracht.

10 22. Sorteërinstallatie volgens één der conclusies 13-21,  
m e t h e t k e n m e r k, dat tenminste enkele van de windscheiders  
(4,21) uitgevoerd zijn als dwarsstroomwindscheiders.

23. Sorteërinstallatie volgens één der conclusies 13-22,  
m e t h e t k e n m e r k, dat tenminste enkele van de windscheiders  
(4,21) uitgevoerd zijn als omleidingswindscheiders.

15 24. Sorteërinstallatie volgens één der conclusies 13-23,  
m e t h e t k e n m e r k, dat tenminste enkele van de windscheiders  
(4,21) uitgevoerd zijn als centrifugaalwindscheiders.

=====

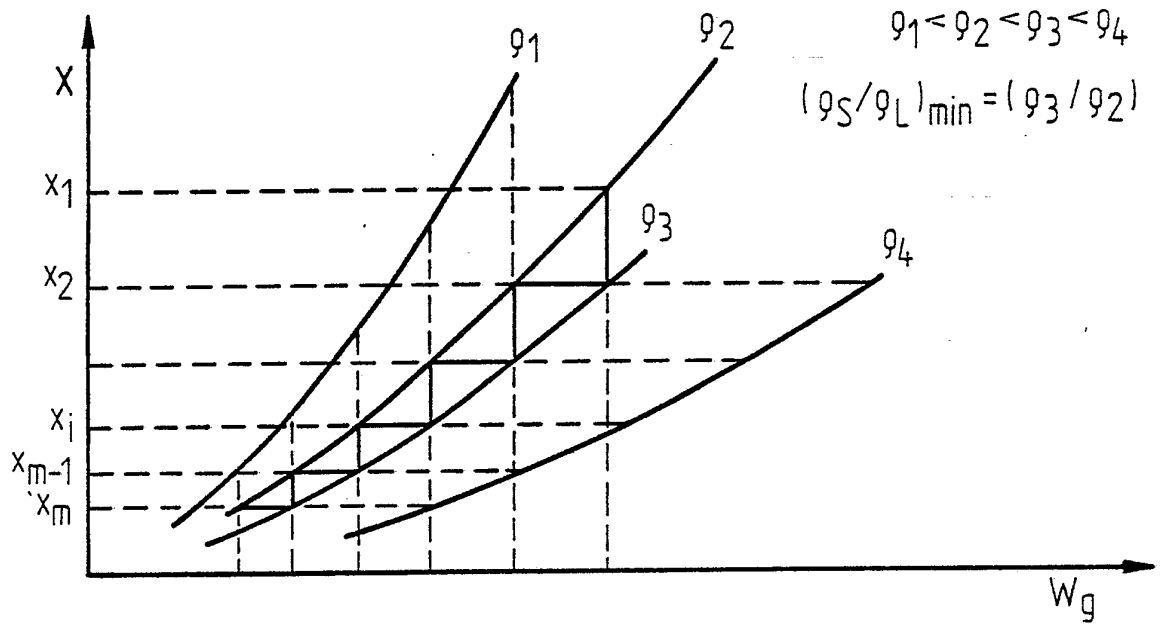


FIG. 1

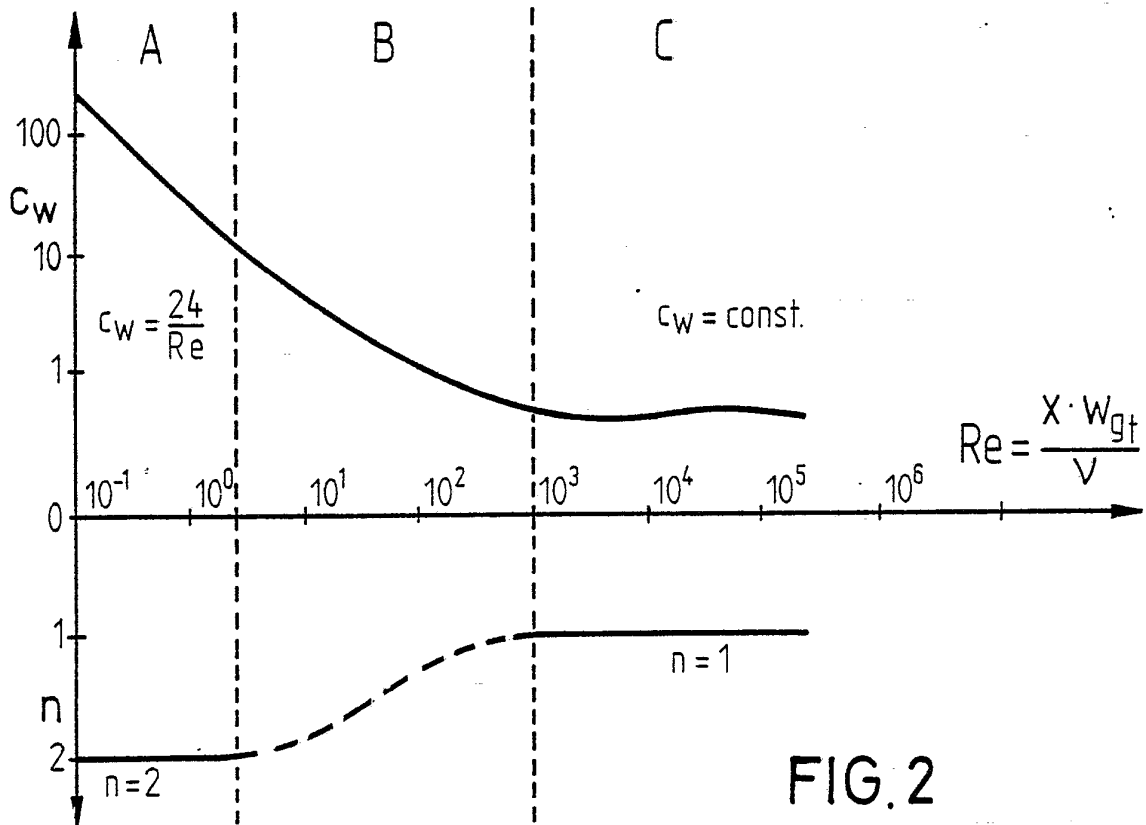


FIG. 2

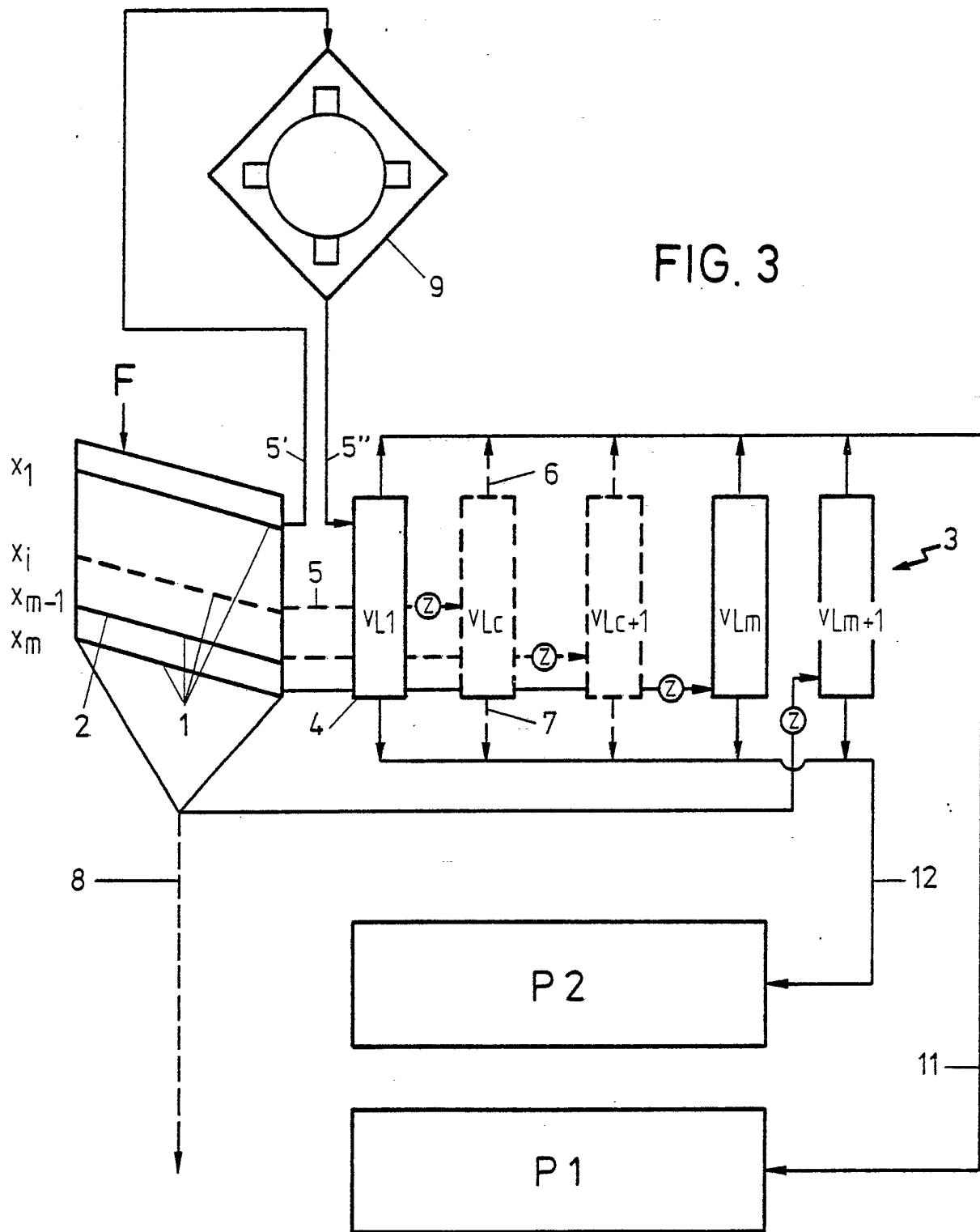


FIG. 3



FIG. 5

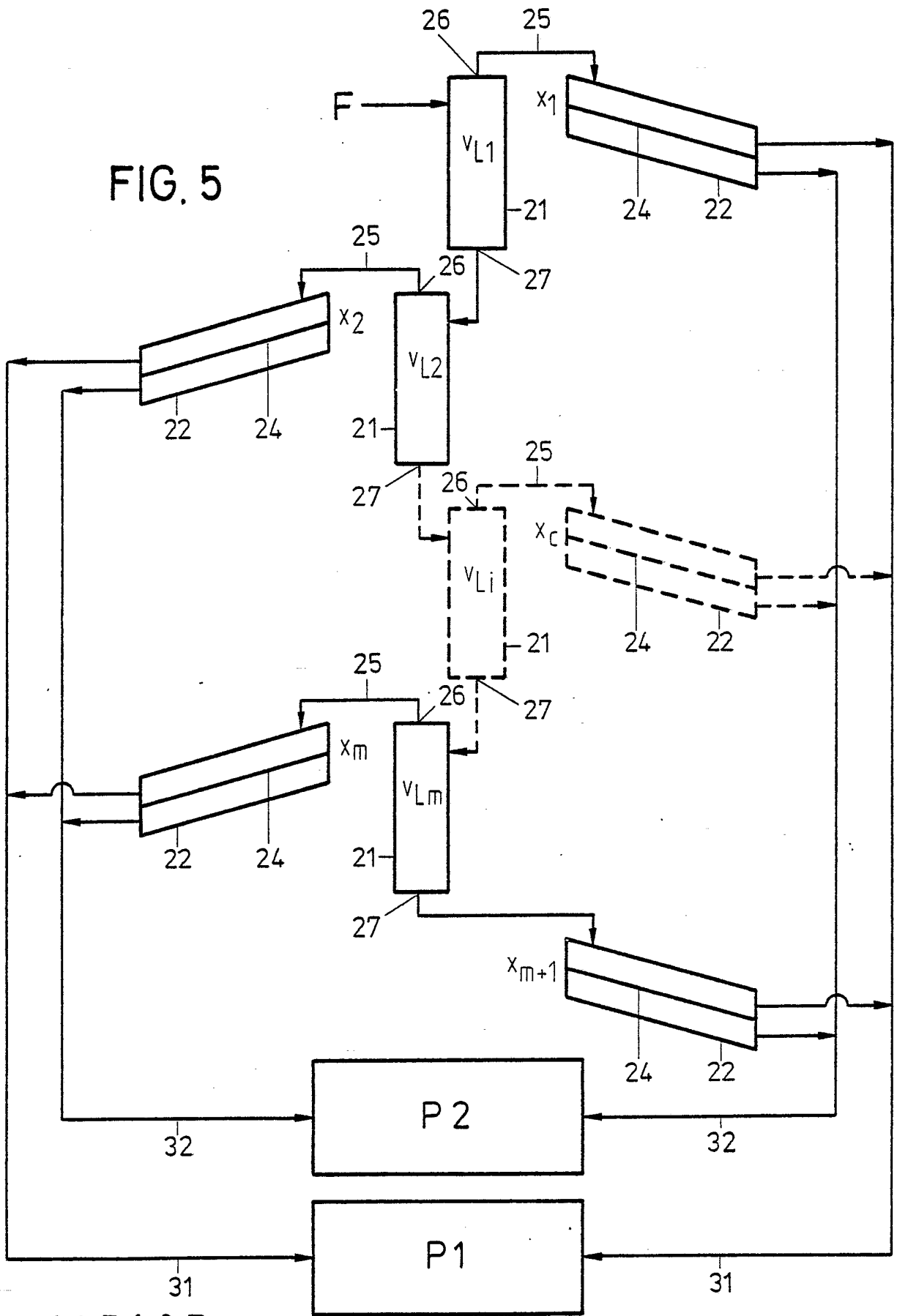
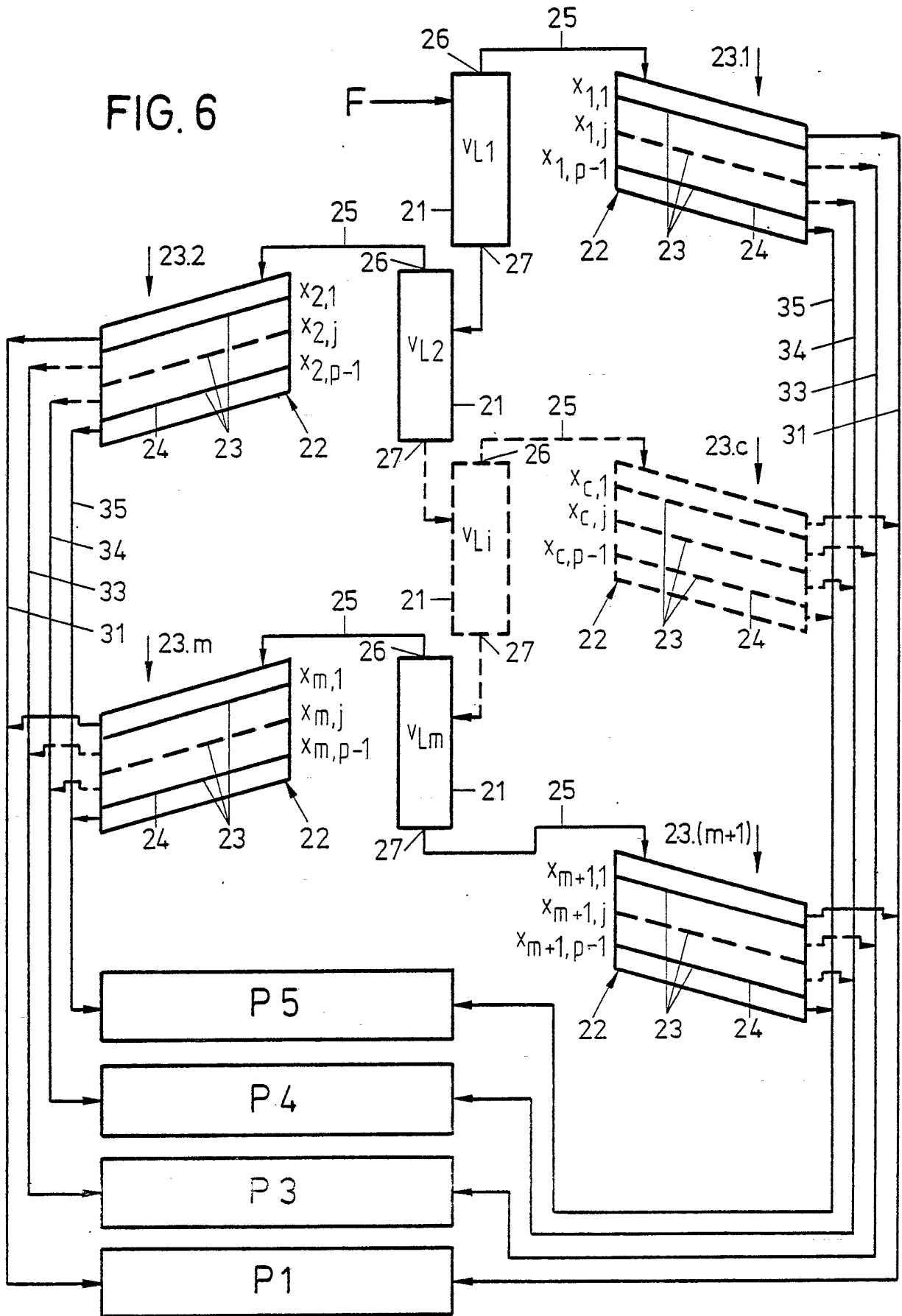


FIG. 6



7907167