

(51) Int Cl.: *F26B 1/00* (2006.01) *F26B 3/08* (2006.01)
F26B 3/34 (2006.01) *F26B 5/08* (2006.01)
F26B 17/10 (2006.01) *F26B 23/04* (2006.01)

(22) Anmeldetag: **08.04.2019**

(71) Anmelder: **Balabekov, Shukhrat**
Tashkent (UZ)

(72) Erfinder: **Balabekov, Shukhrat**
Tashkent (UZ)

(74) Vertreter: **Weickmann & Weickmann PartmbB**
Postfach 860 820
81635 München (DE)

(30) Priorität: 13.04.2018 DE 102018205677

(57) Die Erfindung stellt eine Vorrichtung zum Trocknen und Zerkleinern von Trocknungsgut, vorzugsweise von organischen oder/und anorganischen Stoffen oder/und deren Gemischen, bereit, wobei die Vorrichtung umfasst: einen Verfahrensraum (24) und eine in dem Verfahrensraum (24) angeordnete Zerkleinerungsvorrichtung (21), welche dafür eingerichtet ist, in den Verfahrensraum (24) eingebrachtes Trocknungsgut unter Anwendung von kinetischer Energie zu zerkleinern; sowie eine Feldapplizierungsvorrichtung für ein elektrisches oder elektromagnetisches Feld, welche dafür eingerichtet ist, ein elektrisches oder elektromagnetisches

Feld zumindest lokal innerhalb des Verfahrensraums (24) mit einer elektrischen Feldstärke zu erzeugen, welche geeignet ist, um eine Abweichung einer Tropfenform von einer Kugelform eines in dem Trocknungsgut vorliegenden Fluidtropfens zu induzieren, wobei die Abweichung einer Tropfenform von einer Kugelform geeignet ist, eine Fragmentierung des Fluidtropfens auszulösen, um eine oder mehrere Flüssigkeiten in der Form von Aerosol abzutrennen. Ebenso stellt die Erfindung ein entsprechendes Verfahren zum Trocknen und Zerkleinern von Trocknungsgut bereit.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Trocknung von organischen und anorganischen Stoffen.

[0002] Das Abscheiden von Wasser ist oft die letzte Stufe bei der Herstellung einer großen Anzahl von Produkten.

[0003] Dies ist meist die energieintensivste Stufe, die wesentlich die Herstellungskosten des Endprodukts bestimmt.

[0004] Um die Effizienz der technologischen Prozesse zu steigern, wird oft die Flüssigkeit so fein wie möglich versprüht und zwar in mechanischen, thermischen und kombinierten Verfahren der Zerkleinerung der Flüssigkeitstropfen bzw. Partikel.

[0005] Bei jedem dieser Verfahren werden jeweilige Energieformen in die Oberflächenenergie der Flüssigkeitstropfen/Partikel transferiert.

[0006] Es ist bekannt, dass beim Versprühen einer Leitflüssigkeit, das Aerosol immer kurzzeitig unipolar elektrisiert wird, was als Balloelektrizität und auch als Lenard-Effekt bezeichnet wird.

[0007] Bei spontaner kurzzeitiger Aufladung sind die entstandenen Ladungen einzelner Tröpfchen relativ gering, weshalb eine vollständige unipolare Aufladung des gesamten Aerosolvolumens nicht möglich ist.

[0008] Durch elektrostatische Induktion ermöglicht die erfinderische Vorrichtung schon während des Sprühvorgangs die stabile unipolare Aufladung der dispergierten Aerosolphase, also der kleinsten Flüssigkeitstropfen, über das gesamte Volumen.

[0009] Bei erfindungsgemäßen Verfahren entsteht diese Eigenschaft direkt während des mechanischen Ausschlagens von Flüssigkeitstropfen aus dem nassen Material.

[0010] Die Erfindung bezieht sich zunächst auf ein Verfahren zur Entfernung von einer oder mehreren Flüssigkeiten (Trocknung) aus verschiedenen organischen und anorganischen Stoffen während der Zerkleinerung der jeweiligen Partikel durch Umwandlung des größten Teils einer oder mehreren Flüssigkeiten in Aerosol, Dampf oder Nebel (weiter als Aerosol benannt).

[0011] Dabei wird der Energieverbrauch im Vergleich zu herkömmlichen Methoden, insbesondere gegenüber der herkömmlichen thermischen Verdampfung derselben Flüssigkeiten, erheblich reduziert.

[0012] Nach bisherigem Stand der Technik liegen allen bisher üblichen technischen Verfahren oder Prozessen zur Entfernung von Flüssigkeiten aus vorzerkleinerten Stoffen

- die mechanische Entfernung durch Zentrifugieren, Fällung, Abpressen oder/und
- Formen der thermischen Flüssigkeitsverdampfung aus diesem Stoff zugrunde.

[0013] Die Erfindung hat zum Ziel, ein neues Verfahren der Entfernung von Flüssigkeiten aus den in den zitierten Fachquellen beschriebenen Stoffen aufzuzeigen und zugleich eine technische Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens anzubieten.

[0014] Es handelt sich hierbei um Stoffe, die spezifisch auf die beschriebene Weise getrocknet werden, nachdem ein Teil der Flüssigkeit auf vorn beschriebene, herkömmliche Weise bereits teilweise entfernt worden ist.

[0015] In der Fachliteratur wird eine Anzahl verschiedener traditioneller Trocknungssysteme beschrieben, die in erster Linie verschiedene Arten der Zufuhr von Energie zum Stoff, aus dem die Flüssigkeit verdampft werden soll, enthalten.

[0016] Die Vielzahl der anzuwendenden Methoden wird durch Stoff- und Flüssigkeitsarten, Partikelgrößen sowie durch die thermodynamischen Bewertungen des Stoffverhaltens während des Prozesses begründet.

[0017] Der bisherige Stand der Technik beschreibt unter anderem folgende Verfahren, Prozesse und Anlagen:

- Infrarottrockner, wo die Energie in Form von Infrarotstrahlung hinzugefügt wird;
- verschiedene Arten von Tunnelöfen;
- Trockner, wo das Material in einem vertikalen Zylinder durch rotierende Gebläse und den Gegenstrom aus heißer Luft oder aus einem anderen erhitzten Gas getrocknet wird.
- Rotationstrocknung, wo die Energie mittels Flamme in den Trockner eingeblasen wird oder Heißblasverfahren, bei dem die Energie mittels verschiedener wärmeleitender Elemente (Rohre, Platten, etc.), in die sogenannten Öl- oder Dampftrockner eingebracht wird;
- Wirbelschichttrockner, die üblicherweise aus einem vertikalen Zylinder mit einem Gitter oder mit einer Lochplatte am Boden bestehen, durch die das erhitzte Gas eingeblasen wird, um das Material zu erhitzen und die Flüssigkeiten zu verdampfen;

[0018] Die Verfahren nach dem bisherigen Stand der Technik sind in einer Reihe von Handbüchern, wie z.B. Perry's Chemical Engineering Handbook, ausführlich beschrieben.

[0019] Aus dem bisherigen Stand der Technik ist eine Vorrichtung gemäß dem Patent «A kinetic energy drying device

and drying method for sludge», (Patent number: US 20,150,308,742 A1. Date of patent: Okt. 29, 2015) bekannt.

[0020] Sie besteht aus einem Gehäuse, einer rotierenden Welle, auf der die Messer und eine perforierte beheizte Prallplatte befestigt sind.

[0021] Die Nachteile dieser technischen Lösung sind: erhöhter Energieverbrauch aufgrund der Verwendung von Heizelementen und das Fehlen der Möglichkeit, während der Verarbeitung dichtere und/oder schwerere Partikel nach ihrem spezifischen Gewicht abzutrennen.

[0022] Der hier vorgeschlagenen, erfinderischen Lösung kommt die Vorrichtung gemäß Patent "Device and method for comminution" (Patent number: US 6,024,307. Date of patent: Feb. 15, 2000) am nächsten, wo die vorzerkleinerten Stoffe mittels eines Bogenabweisers in die Mahlkammer zurückgeführt und die Feinpartikel durch den Luftstrom fortgetragen werden.

[0023] Die Nachteile dieser technischen Lösung bestehen in einer geringeren Trocknungsleistung und im Fehlen der Möglichkeit, die im Ergebnis erhaltenen Stoffe nach deren spezifischem Gewicht zu trennen.

[0024] Das grundsätzliche Problem der benannten, traditionellen Methoden ist jedoch, dass durch den enormen Energieverbrauch beim Verdampfen von Flüssigkeiten das Endprodukt in der Regel preislich sehr hoch angesetzt werden muss, damit sich die Kosten der Trocknung amortisieren können.

[0025] So existiert eine Reihe von verschiedenen Feststoff-Flüssigkeits-Gemischen, für die das Trocknen bislang völlig unwirtschaftlich ist. Aber auch für diese Gemische wäre die Trocknung schon allein aus Gründen des Umweltschutzes von Nutzen.

[0026] Solche Stoff-Flüssigkeits-Gemische sind beispielsweise:

- bewässerte und herkömmliche Torfe und Kohlen, einschließlich Braunkohle, im Prozess ihrer Vorbereitung zur Verbrennung einschließlich der Staubverbrennung,
- alle Flüssigkeit enthaltenden Filtrate aus Zentrifugen,
- verschiedene industrielle, biologische und chemische Abfälle und Schlämme, die bei der Ölraffination, Holzverarbeitung, in der Papier-, Lebensmittel- und Lederindustrie entstehen,
- erz- und nicht erzhaltige Mineralien, einschließlich solche Gemische mit hohem Feuchtigkeitsgehalt,
- Schlamm aus kommunalen oder industriellen Abwassersystemen und Kläranlagen,
- Abfälle aus Biogasanlagen,
- Gülle und Mist von Nutztieren und Vögeln.

[0027] Die meisten dieser Stoffe sind dadurch gekennzeichnet, dass sie als Abfall gelten und deshalb für traditionelle, teure Trocknungsverfahren mittels Verdampfung oft ökonomisch noch ungeeignet sind.

[0028] Den Gegenstand der vorliegenden Erfindung bildet demnach ein Verfahren zum Trocknen, Mahlen und Abscheiden solcher und ähnlicher Stoffe mittels Trocknungsvorgängen, die weit weniger energieintensiv als herkömmliche Verfahren sind und bei denen die Flüssigkeit nicht verdampft, sondern durch Umwandlung in Aerosol entfernt wird.

[0029] So beträgt z.B. der theoretische Energieverbrauch (bei Effizienzkoeffizient 100%) für das Aufheizen von 1 Liter Wasser von 20°C bis 100°C konkret 335 kJ = 0,093 kWh.

(1) Der theoretische Energiebedarf bei Flüssigkeitsverdampfung wird durch folgende Gleichung beschreiben:

$$Q = m \cdot C \cdot \Delta t [J],$$

wobei

Q - durch Flüssigkeit aufgenommene Wärme, J;

m - Masse der Flüssigkeit, kg;

C - spezifische Wärme der Flüssigkeit, J/cal°;

Δt - Differenz zwischen der Verdampfungstemperatur und der Anfangstemperatur der Flüssigkeit.

Bei der Flüssigkeitsverdampfung wird die Gleichung wie folgt dargestellt:

$$Q = m \cdot \Delta t = m (h_2 - h_1) + k [J],$$

wobei:

h_2 - Dampfenthalpie bei der Verdampfungstemperatur;
 h_1 - Wasserenthalpie bei der Vorlauftemperatur, d.h. die Temperatur des Wassers bei der das Wasser und die Feststoffe in den Prozess eingeleitet werden,
 k - Prozessverluste.

(2) Der theoretische Energieverbrauch (bei einem Effizienzgrad von 100%) für die Verdampfung von 1 Liter Wasser mit Temperatur 100°C beträgt 2300 kJ = 0,639 kWh.

Der gesamte Energieverbrauch für thermische Trocknung und Verdampfung ergibt sich aus der Addition beider Verbräuche.

Der praktische Prozessverlustkoeffizient bei der Verdampfung von Wasser in Industrieanlagen, unter Berücksichtigung der unvermeidlichen Verluste, beträgt meist 1,5; sodass für die Verdampfung von 1 Liter Wasser mit einer Bezugstemperatur von 20 °C - demnach 1,1 kWh/l Elektrizität benötigt werden.

[0030] Bei der Verdampfung des Wassers z.B. aus Schlämmen mit in Wasser gelösten Feststoffen wird die Gleichung so dargestellt:

$$Q = m \cdot x_s \cdot c_s \cdot \Delta t + m \cdot x_v (h_2 - h_1) + k = m [x_s \cdot c_s \cdot \Delta t + x_v (h_2 - h_1)] + k [J],$$

wobei gilt:

x_s - Gewichtsverhältnis von Feststoffen;
 c_s - spezifische Wärme von Feststoffen;
 x_v - Gewichtsverhältnis von Wasser.

[0031] Wenn im Material mehrere unterschiedliche Feststoffe vorhanden sind, wird die Gleichung für jeden festen Bestandteil mit seinem geeigneten Gewichtsverhältnis und spezifischer Wärme angewendet.

[0032] Als Beispiel kann man Berechnungen bezüglich des Kommunalschlammes nehmen, der im Standardverfahren mittels Zentrifugieren im Dekanter oder/und mittels Abpressen auf einer Bandpresse zum Teil entwässert wurde.

[0033] Der Kommunalschlamm hat z.B. eine Temperatur von 20°C und enthält in der Regel bis zu 25% Trockensubstanz und 75% Wasser.

[0034] Vorausgesetzt, dass bei thermischer Trocknung gilt:

$\Delta t = 100 - 20 = 80^\circ\text{C}$,
 $c_s = 1500 \text{ J / kg } ^\circ\text{C} = 1,5 \text{ kJ / kg } ^\circ\text{C}$,
 $h_2 = 2676000 \text{ J / kg } ^\circ\text{C} = 2676 \text{ kJ / kg } ^\circ\text{C}$ und
 $h_1 = 83900 \text{ J / kg } ^\circ\text{C} = 83,9 \text{ kJ / kg } ^\circ\text{C}$,

wird der theoretische Energieverbrauch pro kg Kommunalschlamm $Q = [0,25 \cdot 1,5 \cdot 80 + 0,75(2635 - 83,9)]1,5 = 2915 \text{ kJ/kg} = 0,81 \text{ kWh/kg}$ Nettogewicht sein.

[0035] Hinzu kommen Prozessverluste, die in der Größenordnung von mehreren Zehner-Prozenten oder mehreren Hunderten-Prozenten liegen können.

[0036] Dabei kann der tatsächliche Energieverbrauch den Rechenwert um das Dreifache und mehr übersteigen.

[0037] Wenn der Bedarf an Energie zur Umwandlung von Wasser in Aerosol-Partikel in Betracht gezogen werden soll, so ist die entstehende Tropfengröße, die im Bereich zwischen 0,01 μm und 10 μm liegt, entscheidend.

[0038] Bei einer Durchschnittsgröße von $(0,01 + 10) / 2 = 5 \mu\text{m}$, kann ein Liter Wasser eine Tropfenmenge bilden, die die Gleichung $N = V / dV$ beschreibt, wobei V das Volumen von einem Liter Wasser = $100.000^3 \mu\text{m}^3$ und dV das Volumen von jedem Tropfen = $d^3\pi / 6$ sind.

[0039] Dabei gilt: $N = 100.000^3 \cdot 6 / 5^3 \mu\text{m} = 1,53 \cdot 10^{13}$.

[0040] Die zur Tropfenbildung erforderliche Energie, kann gleich der Energie der Oberflächenspannung der gesamten Oberfläche zwischen Wasser und Luft angenommen werden.

[0041] Die Oberflächenspannung des reinen Wassers beträgt:

$$Q_v = 71,4 \text{ Dyn/cm} = 7140 \text{ Dyn/m} = 7140 \text{ Dyn} \cdot \text{m/m}^2 = 7140 \cdot 10^{-5} \text{ Nm/m}^2 = 7145 \cdot 10^{-5} \text{ J/m}^2.$$

[0042] Die Gesamtoberfläche der Tropfen ist:

$$A_{\text{gesamt}} = N \cdot d^2 \pi = 1,53 \cdot 10^{13} \cdot (5 \cdot 10^{-6})^2 \pi = 1200 \text{ m}^2.$$

[0043] Die Gesamtenergie beträgt:

$$Q_{\text{gesamt}} = A_{\text{gesamt}} \cdot Q_v = 1200 \cdot 7145 \cdot 10^{-5} = 85,74 \text{ J/kg}.$$

[0044] Dies ist bezüglich der Größenordnung etwa 34.000 Mal weniger als der Energieverbrauch bei einer einfachen Wasserverdampfung.

[0045] Die oben genannten trocknenden Stoffe sind fast immer eine heterogene Masse, die aus einer Anzahl verschiedener Stoffe sowie aus einer Art oder mehreren verschiedenen Arten von Flüssigkeiten bestehen kann, obwohl üblicherweise diese Masse überwiegend aus Wasser besteht.

[0046] Es ist allgemein bekannt, dass die Flüssigkeiten in solchen Gemischen sowohl aus freibeweglicher Flüssigkeit als auch aus der durch physikalische Verbindungen in Substanzen gebundenen Flüssigkeit bestehen können, wobei sich diese Verbindungen hauptsächlich durch die Kapillarkräfte äußern.

[0047] Um diese Kräfte in einem gewöhnlichen Trocknungsprozess zu überwinden, muss der Dampfdruck den Kapillardruck überwinden, der gegenüber der Reduzierung der porösen Struktur proportional ansteigt.

[0048] Bei einem herkömmlichen Trocknungsverfahren wird dies erreicht, indem die Stoffe bei einer bestimmten Temperatur getrocknet werden, die die Überwindung des Kapillardrucks durch den Dampfdruck ermöglicht.

[0049] Dabei werden in der Regel solche Temperaturen benötigt, welche die zur Verdampfung erforderliche Temperatur deutlich übersteigen.

[0050] Ein weiterer Aspekt, der die rein thermische Trocknung beeinflusst, besteht darin, dass sich die thermodynamischen Werte der Stoffe während des Prozesses verschlechtern.

[0051] Dies sollte wiederum durch die höheren Temperaturen und durch eine größere Heizfläche ausgeglichen werden, was zum thermischen Abbau und gegebenenfalls zu einer entsprechenden Verschlechterung der Werkstoffeigenschaften sowie zu höheren Anlagen- und Betriebskosten führt.

[0052] Um das technische Ergebnis der Erfindung: Trocknen, Mahlen und Abscheiden in einem geschlossenen Prozess erreichen zu können, erfolgt erfindungsgemäß anfänglich eine kinetische und elektromagnetische Beeinflussung des z.T. porösen Input-Materials durch eine intensive Wirbelbildung, die lokal im erforderlichen Umfang schnell erreicht wird.

[0053] Dadurch wird sofort ein großes Spannungsgefälle der kinetischen Potentiale der daran beteiligten Teilchen erzeugt, die signifikante Wechselbeanspruchungen bis zu Hunderten von g erreichen.

[0054] Die Besonderheit der vorliegenden Erfindung ist es, in einer einzigen Vorrichtung das Trocknen, Mahlen, und die wichteabhängige Trennung und Klassifizierung gleichzeitig zu ermöglichen.

[0055] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass die erfindungsgemäße Vorrichtung, bestehend unter anderem aus einem Gehäuse 3, 19 und einer rotierenden Welle 14 mit einer darauf befestigten Scheibe aus para- oder diamagnetischem Material 11 und kinetische Energie zur Dispersion des Materials in einem elektrischen oder elektromagnetischen Feld mit einer regulierbaren Stärke im Bereich von 10^3 V/m bis 10^6 V/m , bei gleichzeitiger Induktionserwärmung des Dispersionsmediums und die Dispersionsphase in einem magnetischen Wechselfeld mit einer Frequenz von 500 bis 12000 Hz bei gleichzeitiger Abtrennung von Partikeln mit höherem spezifischen Gewicht verwendet.

[0056] Eine Induktionsheizung durch Wirbelströme wird durch die Verwendung von Permanentmagneten 16 wechselnder Polarität sichergestellt, die an dem unteren Gehäuseteil 19 unter der rotierenden Scheibe aus diamagnetischem Stoff befestigt sind und unterschiedliche geometrische Formen, zum Beispiel ein Prisma, haben können.

[0057] Das technische Resultat, das durch die obige Gesamtheit der Merkmale gewährleistet wird, besteht in der Möglichkeit einer kontrollierten konduktiven und konvektiven Erwärmung des dispergierten Mediums und der Dispersionsphase bei gleichzeitiger Wichtescheidung und Abtrennung.

[0058] Das nasse Input-Material mit einzelnen Elementen in einer Größe bis zu 100 mm wird mittels einer Vorschubvorrichtung und Schleusenverschluss 25 in die Mahlkammer 24 befördert, wo es durch die kinetische Stoßenergie der rotierenden und unbeweglichen Mahlbauteile 7, 9, 20, 21 zermahlen und durch die konvektive und konduktive elektrostatische Trocknung entwässert wird.

[0059] Eine unipolare Induktionsladung des Aerosols erfolgt durch ein elektrisches oder elektromagnetisches Wechselfeld.

[0060] Ein unipolar geladenes Aerosol mit einem einstellbaren Grad elektrostatischer Aufladung wird durch induktives Elektrisieren erzeugt.

[0061] Bei einem starken unipolaren Grad elektrischer Ladung des Aerosols ist eine drastische Abnahme der mittleren Tropfengröße zu beobachten, was zu einer Zunahme der gesamten Verdampfungsoberfläche führt.

[0062] Für einen Wasser-Aerosol-Phasenübergang beträgt daher die erforderliche Energiemenge 300 bis 400 kJ/Liter.

[0063] Das technische Ergebnis besteht in der Vergrößerung der gesamten Verdampfungsoberfläche und dem entsprechenden Abtrennen und Abscheiden von Flüssigkeit oder Flüssigkeitsgemisch, die dann in einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum kombinierten Trocknen, Mahlen und Abscheiden von organischen und/oder anorganischen Stoffen und deren Gemische durchgeführt wird, wobei die genannten Vorgänge infolge eines Zermahlens unter gleichzeitiger Abtrennung einer oder mehrerer Flüssigkeiten aus festen Stoffen in Form von Aerosol zustande kommen.

[0064] Die Erfindung wird näher anhand der beigefügten Figuren beschreiben, wobei

Figur 1. in zeichnerischer Abfolge die Zerkleinerung eines Tropfens in einem Strom beim Elektrisieren verdeutlicht, die sich das erfinderische Verfahren zu eigen macht;

Figur 2. das Grundprinzip der erfindungsgemäßen Vorrichtung offenbart; und

Figur 3. eine Hohlplatte zeigt.

[0065] Figur 1. verdeutlicht in zeichnerischer Abfolge die Zerkleinerung eines Tropfens in einem Strom beim Elektrisieren, die sich das erfinderische Verfahren zu eigen macht.

[0066] Der Prozess der Wasser-Aerosol-Phasenübergang erfolgt innerhalb von ca. 10 Millisekunden.

[0067] Die Fragmentierung eines Wassertropfens in einem elektromagnetischen Feld erfolgt aufgrund der Tatsache, dass die Abweichung der Tropfenform von der Kugelform ihren instabilen Zustand und die Abnahme der Oberflächenspannungskraft verursacht, was zu einer Zunahme der Verformung beiträgt und den Tropfen zum Zerfall bringt.

Nach 1 ms. der anfängliche Tropfen hat eine sphärische Form.

Nach 2 ms. unter dem Einfluss eines elektromagnetischen Feldes nimmt die Oberflächenspannungskraft stark ab, der Tropfen beginnt sich zu verformen und nimmt eine halbkugelförmige Gestalt an.

Nach 3 ms. ein Ring mit einem Film in der Mitte wird gebildet.

Nach 4 ms. der Film wird zu einer Blase verformt.

Nach 5 ms. die Blase platzt nahe der Spitze.

Nach 6 und 7 ms. gerissene Kanten des Films unter dem Einfluss von Restoberflächenspannungskräften werden an den Ring angezogen.

Nach 8 und 9 ms. die Kanten des Films treffen den Ring.

Nach 10 ms. der Ring zerfällt in eine Reihe von extrem kleinen Tröpfchen.

[0068] Figur 2. offenbart das Grundprinzip der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0069] Die Materialeingabe erfolgt durch das Anschlussstück für Materialaufgabe 26 und weiter durch den Schleusenverschluss 25 in die Trocknungs- und Mahlkammer 24.

[0070] Das Material wird dann mittels Hammerplatten 21 zermahlen und die Partikel des heterogenen Gemisches werden von dem Rotor 23 unipolar geladen.

[0071] Während des Zermahlens wird das Material gegen die Hohlplatte 8 durch die Hammerplatten 21 wiederholt geschlagen, danach fließt es durch das auf der Hohlplatte 8 stationär befestigte Prallgitter 20 hindurch, und prallt hinter dem Prallgitter gegen die an der rotierenden Scheibe 11 befestigten Einschlagstifte 9 erneut auf.

[0072] Durch die Drehzahl der Scheibe 11 und durch die Anzahl der Luftblasplatten 10 sowie derer Neigungswinkel können die durch Wirbelströme erzeugte Induktionsheizung und mit ihr entsprechend auch die benötigte Temperatur sowie die durch die Luftöffnung 17 einströmenden Luftmengen gesteuert werden.

[0073] Die einströmende Luft bläst auf die aufgeheizte Scheibe 11, erwärmt sich und fördert über den Luftkanal 18 das durch die Hammerplatten 21 zerkleinerte Material.

[0074] Das zerkleinerte Material wird durch den steuerbaren Luftstrom zuerst gegen den Hohlkegel 8 und dann über den Bogenabweiser 22 geschleudert und in die Mahlkammer zurückgeführt.

[0075] Das zerkleinerte Material wird teilweise mittels Luftstroms separiert und die leichteren Teilchen werden davon durch das Tangentialgebläse 2, und schwere Teilchen werden durch die Austragsöffnung 5 nach außen befördert.

[0076] Das Tangentialgebläse 2 dreht sich in die gleiche Richtung wie der Rotor 23 und erzeugt einen steuerbaren Luftdruck.

[0077] Der Hohlplatte 8 ist gegenüber der Prallplatte 7 an unterem Gehäuseteil 19 befestigt und weist Öffnungen zur Wärmeträgerzufuhr auf.

[0078] Die Einstellschrauben 4 ermöglichen die Regulierung des Volumens des Verfahrensraumes 24 zum Trocknen und Zermahlen, und zwar durch das Anheben und Absenken des oberen Gehäuseteils 3.

[0079] Ein Verfahren zur kombinierten Entfernung einer oder mehrerer Flüssigkeiten (Trocknung), zum Mahlen und Abscheiden von organischen und anorganischen Stoffen basiert insbesondere auf der Verwendung kinetischer Energie zum Mahlen von Stoffen bei gleichzeitiger konduktiver und konvektiver Erwärmung des im Ergebnis erhaltenen Dispersionsmediums und der anschließenden Abscheidung dehydrierter Produkte, die dann je nach spezifischem Gewicht

5 verarbeitet werden.
[0080] Dabei erfolgt eine solche Weiterverarbeitung nicht durch Wärmezufuhr aus externer Quelle, sondern mittels kinetischer und elektromagnetischer Energie, die gleichzeitig das Trocknen, Mahlen und Abscheiden von verschiedenen organischen und anorganischen Stoffen, einschließlich Abfällen, bewirkt.

[0081] Dies geschieht durch Verwandlung von einer oder mehreren Flüssigkeiten in Aerosol.

10 **[0082]** Dieses Verfahren ermöglicht als Spezifik eine gleichzeitige Trennung und Trocknung von Stoffen mit einem stark reduzierten Energieverbrauch, verglichen mit den bisher bekannten herkömmlichen Verfahren zum Zerkleinern, Abpressen oder/und Verdampfen von Flüssigkeiten und anschließendem Abscheiden dieser Stoffe in unterschiedlichen Aggregatzuständen.

15 **[0083]** Eine Vorrichtung zum kombinierten Trocknen, Mahlen und Abscheiden von Stoffen bestehend aus einem Gehäuse und einer rotierenden Welle mit darauf befestigter rotierender Scheibe, die aus einem para- oder diamagnetischem Material besteht. Durch die kinetische und elektromagnetische Energie werden in dieser Vorrichtung verschiedene organische und anorganische Stoffe in einem elektromagnetischen Feld dispergiert, wobei die Dispersion durch die Wirbelströme in einem magnetischen Wechselfeld gleichzeitig induktiv erhitzt wird.

20 **[0084]** Dadurch werden eine oder mehrere sich abscheidende Flüssigkeiten in Aerosol verwandelt, wobei jeweils dichtere und/oder schwerere Partikel nach ihrem spezifischen Gewicht daraus abgetrennt und entfernt werden.

[0085] Das erfindungsgemäße Verfahren basiert insbesondere auf der Verwendung kinetischer Energie zum Mahlen von Stoffen bei gleichzeitiger konduktiver und konvektiver Erwärmung des im Ergebnis erhaltenen Dispersionsmediums und der anschließenden Abscheidung dehydrierter Produkte.

25 **[0086]** Dabei erfolgt eine Weiterverarbeitung insbesondere nicht durch Wärmezufuhr aus externer Quelle, sondern mittels kinetischer und elektromagnetischer Energie, die gleichzeitig das Trocknen, Mahlen und Abscheiden von verschiedenen organischen und anorganischen Stoffen bewirkt.

[0087] Verfahrenstechnisch werden dabei eine oder mehrere Flüssigkeiten im zu trocknenden Medium in Aerosol verwandelt.

30 **[0088]** Verglichen mit bekannten Verfahren zum Zerkleinern, Abpressen oder/und Verdampfen von Flüssigkeiten und anschließendem Abscheiden dieser Stoffe in unterschiedlichen Aggregatzuständen ermöglicht das erfinderische Verfahren eine gleichzeitige Trennung und Trocknung bei stark reduziertem Energieverbrauch.

[0089] Die erfinderische Vorrichtung zum kombinierten Trocknen, Mahlen und Abscheiden ist eine Ausführungsform einer Vorrichtung, mit welcher das vorbenannte Verfahren durchgeführt werden kann.

35 **[0090]** Sie kann aus einem Gehäuse und einer rotierenden Welle mit darauf befestigter, rotierender Scheibe, die aus einem para- oder diamagnetischem Material gefertigt ist, bestehen, das Vorsehen weiterer Teile ist jedoch auch alternativ möglich.

[0091] Durch kinetische und elektromagnetische Energie werden in der Vorrichtung verschiedene organische und anorganische Stoffe in einem elektromagnetischen Feld dispergiert, wobei die Dispersion durch die Wirbelströme in einem magnetischen Wechselfeld gleichzeitig induktiv erhitzt wird.

40 **[0092]** Dadurch werden sich abscheidende Flüssigkeiten in Aerosol verwandelt, wobei jeweils dichtere und/oder schwerere Partikel nach ihrem spezifischen Gewicht daraus abgetrennt und entfernt werden.

[0093] Die Vorrichtung besteht aus unbeweglichen und beweglichen Teilen.

Der unbewegliche Teil besteht, unter anderem, aus einem Gehäuse mit daran befestigten Elementen 3, 4, 5, 6, 8, 16, 17, 19, 22, 26, 27, 28.

45 Der bewegliche Teil besteht, unter anderem, aus einer Welle mit allen darauf befestigten Elementen 7, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 20, 21, 23.

Der bewegliche Teil ist vom unbeweglichen Teil durch die dielektrische Scheibe 13 isoliert.

Die Ladung wird über den Kontaktstecker 15 an dem gesamten rotierenden Teil zugeführt.

Die Ladung fließt schließlich in den Körper.

50 Abstand für den Durchgang einer Ladung ist überall von 2 bis 4 mm.

[0094] Die elektromagnetische Feldstärke wird durch Anlegen einer Spannung in der Größenordnung von 1 bis 50 kV und ausgehend von elektromagnetischen Eigenschaften von verarbeiteten Medien, automatisch oder im manuellen Modus reguliert.

55 **[0095]** Der Erfinder hat herausgefunden, dass die beschriebenen Effekte auftreten können, und die gewünschten Feldstärken eingestellt werden können, wenn zwischen den beweglichen Teilen, welche während des Betriebs der Vorrichtung rotieren, und an welchen eine Hochspannung im Bereich von 1 bis 50 kV angelegt wird, und dem Gehäuse der Vorrichtung, welches geerdet sein kann, ein Minimalabstand im Bereich von 1 bis 50 mm vorliegt, vorzugsweise ein Minimalabstand von 2 - 4 mm vorliegt.

[0096] Für die Verarbeitung von feuchter Braunkohle als Trocknungsgut in der Vorrichtung zum Trocknen und Zerkleinern von Trocknungsgut hat der Erfinder bei Vorliegen des oben beschriebenen Minimalabstandes von 2 - 4 mm einen optimalen Arbeitspunkt der Spannung, welche wie oben beschrieben an rotierenden Teilen der Vorrichtung angelegt wird, in einem Bereich von ca. 24 kV bis ca. 26 kV gefunden.

[0097] Für die Verarbeitung von feuchtem Klärschlamm als Trocknungsgut in der Vorrichtung zum Trocknen und Zerkleinern von Trocknungsgut hat der Erfinder bei Vorliegen des oben beschriebenen Minimalabstandes von 2 - 4 mm einen optimalen Arbeitspunkt der Spannung, welche wie oben beschrieben an rotierenden Teilen der Vorrichtung angelegt wird, in einem Bereich von ca. 11 kV bis ca. 15 kV gefunden.

[0098] Diese Beispiele für die Bestimmung des Arbeitspunkts der Spannung bei gegebenem Trocknungsgut und bei gegebenem Minimalabstand sollen nicht den Gegenstand der Erfindung beschränken sondern zeigen, wie die Erfindung ausgeführt werden kann.

[0099] Wenn in der Anmeldung von einem elektromagnetischen Feld gesprochen wird, jedoch nur die elektrische Feldstärke angegeben wird, so ergibt sich die weitere Charakterisierung des elektromagnetischen Feldes bei bekanntem elektrischen Feld aus den Maxwellgleichungen, wobei die angegebene elektrische Feldstärke eine maximale elektrische Feldstärke des elektrischen Feldes angeben kann.

[0100] Eine Feldapplizierungs Vorrichtung kann mindestens ein, eine Mehrzahl oder alle auf der Welle befestigten Elemente 7, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 20, 21, 23 (siehe Bezugszeichenliste und Figuren) und gegebenen falls zusätzlich oder alternativ die Welle 14 umfassen.

[0101] Ein Fluidtropfen, welcher in dem Trocknungsgut vorliegt kann ein Fluid umfassen, welches eine Suspension aus Flüssigkeiten und Feststoffen umfasst. Bei Klärschlamm kann ein Fluidtropfen z.B. in Abwasser schwebende nicht lösliche oder noch nicht gelöste Teilchen, beispielsweise typische Schwebestoffe, welche in Abwasser vorkommen (z.B. Kot, Essensreste, Papier und ähnliche Stoffe) umfassen.

[0102] Ebenso kann ein Fluidtropfen, welcher in dem Trocknungsgut vorliegt, eine Suspension von durch die Zerkleinerungsvorrichtung 21 zerkleinerten Festkörperanteilen des Trocknungsguts (oder von Teilen des Trocknungsguts, welche bereits eine geeignete Größe aufweisen, um eine Suspension in einer Flüssigkeit auszubilden) in einem Flüssigkeitsanteil des Trocknungsguts umfassen.

[0103] Ein Fluidtropfen, welcher in dem Trocknungsgut vorliegt, kann jedoch auch nur Flüssigkeitsanteile des Trocknungsguts umfassen.

[0104] Ein Bereich des Trocknungsguts kann ein Fluidtropfen, ein Partikel oder ähnliches umfassen (oder sein), es kann sich aber auch bei dem Bereich des Trocknungsguts um ein Volumenabschnitt handeln, in dem sich Trocknungsgut befindet, wobei vorzugsweise der Volumenabschnitt sich mit einer mittleren Geschwindigkeit des darin befindenden Trocknungsguts mitbewegt. Ein Volumenabschnitt als ein Bereich des Trocknungsguts wird vorzugsweise dadurch in Bewegung gesetzt, dass das darin befindliche Trocknungsgut in Bewegung gesetzt wird.

[0105] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum kombinierten Trocknen oder/und Mahlen oder/und Trennen von organischen oder/und anorganischen Materialien und deren Mischungen kann sich durch eines, mehrere oder alle der folgenden Merkmale, Parameter und Eigenschaften auszeichnen:

- eine hohe Dispersion,
- eine Intensivierung der Trocknung,
- Änderungen der physikalischen und chemischen Eigenschaften,
- innere - und Oberflächenenergie von Materialien.

[0106] So kann eine Trennung der organischen oder/und anorganischen Materialien und deren Mischungen nach mechanischen, elektrophysikalischen und magnetischen Eigenschaften erhalten werden.

[0107] Die Behandlung der Materialien kann gemäß diesem Verfahren mit der kombinierten und vorzugsweise gleichzeitigen Wirkung von kinetischer Energie und thermischer Energie erfolgen und kann im elektrischen oder magnetischen oder elektromagnetischen Feld unter der kinetischen Energieumwandlung des Rotors durchgeführt werden.

[0108] Vorteilhaft kann eine Umwandlung der Energie elektrischer und magnetischer Felder in thermische Energie zur Kontaktierung und konvektiven Erwärmung des zu bearbeitenden Materials erfolgen, vorzugsweise mit dem Einsatz und der Wirkung statischer Felder von Permanentmagneten mit einer magnetischen Flussdichte von bis zu 1,4 T. Je nach Verfahrensführung können Hochfrequenzströme bis in den Bereich von 1 KA bis 100 KA auftreten und es können magnetische Wechselfelder mit einer Frequenz von 500 bis 12000 Hz, vorzugsweise mit einer Frequenz von 500 bis 2000 Hz, eingesetzt werden. Hierzu werden magnetische Flussdichten im Bereich von 1 bis 10 T vorgeschlagen.

[0109] Wichtige Aspekte der Erfindung können sich auf die folgenden Gegenstände beziehen, die hiermit offenbart werden:

1. Ein kombiniertes Verfahren zum Trocknen, Mahlen und Abscheiden von organischen und/oder anorganischen Stoffen und deren Gemische unter gleichzeitiger Anwendung von kinetischer und elektromagnetischer Energie, die

diese Stoffe in der regulierbaren elektrischen oder elektromagnetischen Feldstärke von ca. 10^3 V/m bis 10^6 V/m dispergiert und eine oder mehrere Flüssigkeiten in der Form von Aerosol abtrennt.

2. Verfahren nach Gegenstand 1, das eine gleichzeitige Induktionserwärmung des Dispersionsmediums durch die Wirbelströme in einem magnetischen Wechselfeld der Frequenz 500 bis 12.000 Hz bewirkt.

3. Verfahren nach Gegenstand 1 oder 2, das eine gleichzeitige Entfernung von Partikeln mit höherem spezifischem Gewicht ermöglicht.

4. Verfahren nach einem der Gegenstände 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Energie des Wärmeträgers, darunter in Form von erhitzter Luft oder Gas, zur Erhöhung der Betriebstemperatur im Verfahrensabschnitt Trocknen, Mahlen, Abscheiden verwendet wird, wodurch der Wirkungsgrad des Prozesses der Verarbeitung von Stoffen, einschließlich der thermisch nicht zersetzbaren Stoffe, steigt.

5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Gegenstand 1, bestehend aus (oder lediglich diese Elemente umfassend) einem Gehäuse mit einem unteren Gehäuseteil 19 und einem oberen Gehäuseteil 3, die einen Verfahrensraum 24 zur Durchführung des Verfahrens mit einem Einlass für Materialaufgabe 26, mit einer rotierenden Welle 14 und einer darauf befestigten Scheibe 11 aus para- oder diamagnetischem Material aufweist.

6. Vorrichtung nach Gegenstand 5, wobei die Scheibe 11 aus Para- oder Diamagnetikum durch eine dielektrische Scheibe 13 von der rotierenden Welle 14 isoliert ist, wobei die rotierende Welle 14 an ein regulierbares elektrisches oder elektromagnetisches Feld mit einer Potentialdifferenz von 1 bis 50 kV mittels eines Kontaktsteckers 15 angeschlossen ist.

7. Vorrichtung nach Gegenstand 5 oder 6, wobei am Gehäuse 19 unterhalb der rotierenden Scheibe 11 als Para- oder Diamagnetikum, Permanentmagnete 16 unterschiedlicher geometrische Form und wechselnder Polarität vorgesehen sind.

8. Vorrichtung nach Gegenstand 7, wobei die Permanentmagnete 16 unterschiedliche geometrische Formen, beispielsweise ein Prisma, aufweisen können und ihre räumliche Lage, insbesondere in Bezug auf den Abstand zur rotierenden Scheibe 11 aus Para- oder Diamagnetikum, einstellbar ist.

9. Vorrichtung nach einem der Gegenstände 5 bis 8, wobei auf der Unterseite der rotierenden Scheibe 11 aus para- oder diamagnetischem Material Luftblasplatten 10 befestigt sind.

10. Vorrichtung nach einem der Gegenstände 5 bis 9, wobei am Bogenabweiser 22 eine Austragsöffnung 6 für schwerere Partikel vorgesehen ist.

11. Vorrichtung nach Gegenstand 10, wobei die Abtrennung von schweren homogenen Partikeln in Form eines Konzentrats diskret vom Bogenabweiser mittels eines Mechanismus 5 durch die Austragsöffnung 6 erfolgt.

12. Vorrichtung nach einem der Gegenstände 5 bis 11, wobei dem Hohlkegel 8 ein Wärmeträger in Form von erhitztem Luft oder Gas zugeführt wird.

[0110] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum kombinierten Trocknen oder/und Mahlen oder/und Trennen von organischen oder/und anorganischen Materialien und deren Mischungen kann sich durch eines, mehrere oder alle der folgenden Merkmale, Parameter und Eigenschaften auszeichnen:

- eine hohe Dispersion,
- eine Intensivierung der Trocknung,
- Änderungen der physikalischen und chemischen Eigenschaften,
- innere - und Oberflächenenergie von Materialien.

[0111] So kann eine Trennung der organischen oder/und anorganischen Materialien und deren Mischungen nach mechanischen, elektrophysikalischen und magnetischen Eigenschaften erhalten werden.

[0112] Die Behandlung der Materialien kann gemäß diesem Verfahren mit der kombinierten und vorzugsweise gleichzeitigen Wirkung von kinetischer Energie und thermischer Energie erfolgen und kann im elektrischen oder magnetischen oder elektromagnetischen Feld unter der kinetischen Energieumwandlung des Rotors durchgeführt werden.

[0113] Vorteilhaft kann eine Umwandlung der Energie elektrischer und magnetischer Felder in thermische Energie zur Kontaktierung und konvektiven Erwärmung des zu bearbeitenden Materials erfolgen, vorzugsweise mit dem Einsatz und der Wirkung statischer Felder von Permanentmagneten mit einer magnetischen Flussdichte von bis zu 1,4 T. Je nach Verfahrensführung können Hochfrequenzströme bis in den Bereich von 1 KA bis 100 KA auftreten und es können magnetische Wechselfelder mit einer Frequenz von 500 bis 12000 Hz, vorzugsweise mit einer Frequenz von 500 bis 2000 Hz, eingesetzt werden. Hierzu werden magnetische Flussdichten im Bereich von 1 bis 10 T vorgeschlagen.

Bezugszeichenliste

[0114]

- 1 Antriebswelle für Tangentialgebläse
- 2 Tangentialgebläse
- 3 Oberer Gehäuseteil
- 4 Einstellschrauben
- 5 Abtrennungsmechanismus für schwerere Partikel
- 6 Austragsöffnung für schwerere Partikel
- 7 Prallplatten
- 8 Hohlplatte mit einem Einlass für Materialaufgabe
- 9 Einschlagstifte
- 10 Luftblasplatten
- 11 Scheibe aus Para- oder Diamagnetikum
- 12 Luftöffnungen
- 13 Dielektrische Scheibe
- 14 Rotierende Welle
- 15 Kontaktstecker
- 16 Permanentmagnet
- 17 Luftöffnung
- 18 Luftkanal
- 19 Unterer Gehäuseteil
- 20 Prallgitter
- 21 Hammerplatten
- 22 Bogenabweiser
- 23 Rotor
- 24 Verfahrensraum
- 25 Schleusenverschluss
- 26 Materialaufgabe
- 27 Dampf Luftgemisch-Auslassöffnung
- 28 Gehäuse der Lagerungseinheit des Tangentialgebläses
- 29 Befestigungsloch

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Trocknen und Zerkleinern von Trocknungsgut, vorzugsweise von organischen oder/und anorganischen Stoffen oder/und deren Gemischen, umfassend:

einen Verfahrensraum (24), welcher durch ein Gehäuse der Vorrichtung definiert sein kann; und
eine in dem Verfahrensraum (24) angeordnete Zerkleinerungsvorrichtung (21), welche dafür eingerichtet ist, in den Verfahrensraum (24) eingebrachtes Trocknungsgut unter Anwendung von kinetischer Energie zu zerkleinern;

gekennzeichnet durch

eine Feldapplizierungsvorrichtung für ein elektrisches oder elektromagnetisches Feld, welche dafür eingerichtet ist, ein elektrisches oder elektromagnetisches Feld zumindest lokal innerhalb des Verfahrensraums (24) mit einer elektrischen Feldstärke zu erzeugen, welche geeignet ist, um eine Abweichung einer Tropfenform von einer Kugelform eines in dem Trocknungsgut vorliegenden Fluidtropfens zu induzieren, wobei die Abweichung einer Tropfenform von einer Kugelform geeignet ist, eine Fragmentierung des Fluidtropfens auszulösen, um eine oder mehrere Flüssigkeiten in der Form von Aerosol abzutrennen,

wobei die Vorrichtung dafür eingerichtet sein kann, dass zumindest jeweilige Abschnitte des Trocknungsguts gleichzeitig eine Wechselwirkung mit der Zerkleinerungsvorrichtung (21) und dem elektrischen oder elektromagnetischen Feld erfahren,

wobei die Vorrichtung dafür eingerichtet sein kann, dass die elektrische Feldstärke des elektrischen oder elektromagnetischen Felds regulierbar ist,

wobei die elektrische Feldstärke, welche geeignet ist, eine Abweichung einer Tropfenform von einer Kugelform eines in dem Trocknungsgut vorliegenden Fluidtropfens zu induzieren, wobei die Abweichung einer Tropfenform von einer Kugelform geeignet ist, eine Fragmentierung des Fluidtropfens auszulösen, vorzugsweise in dem Bereich von 10^3 V/m bis 10^6 V/m liegt;

wobei vorzugsweise die Vorrichtung dafür eingerichtet ist, das Trocknungsgut in dem Verfahrensraum (24) zu dispergieren.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, ferner umfassend eine Feldapplizierungsvorrichtung für ein Magnetfeld, welche dafür eingerichtet ist, dass ein Bereich des Trocknungsguts einem Magnetfeld ausgesetzt wird, welches von dem Bereich des Trocknungsguts aus betrachtet ein lokales magnetisches Wechselfeld ist oder/und durch welches sich der Bereich des Trocknungsguts bewegt, wobei der Bereich des Trocknungsguts dem magnetischen Feld ausgesetzt wird, um in dem Abschnitt des Trocknungsguts durch Erzeugung von Wirbelströmen eine Induktionserwärmung zu erzeugen.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, ferner umfassend:

ein Gehäuse (19);

wobei die Feldapplizierungsvorrichtung für ein Magnetfeld ortsfest bezüglich des Gehäuses (19) angeordnet ist, und dafür eingerichtet ist, ein statisches Magnetfeld in dem Verfahrensraum (24) zu erzeugen, wobei das Magnetfeld vorzugsweise inhomogen ist;

wobei die Zerkleinerungsvorrichtung (21) dafür eingerichtet ist, den Bereich des Trocknungsguts in eine Relativbewegung, vorzugsweise in einer Form einer Rotation, relativ zu der Feldapplizierungsvorrichtung für ein Magnetfeld zu versetzen, sodass die Induktionserwärmung durch die Relativbewegung des Bereichs des Trocknungsguts durch das Magnetfeld erzeugt wird;

wobei vorzugsweise die Feldapplizierungsvorrichtung für ein Magnetfeld eine Mehrzahl von Permanentmagneten (16) umfasst,

wobei vorzugsweise mindestens zwei, oder alle, benachbarten Permanentmagneten (16) mit jeweils wechselnder Polarität angeordnet sind,

wobei vorzugsweise mindestens zwei Permanentmagnete (16) mit unterschiedlicher geometrische Form ausgebildet sind.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, ferner umfassend:

eine in Rotation versetzbare Welle (14), welche dafür eingerichtet ist, die Feldapplizierungsvorrichtung für ein elektrisches oder elektromagnetisches Feld zu tragen, welche drehfest mit der Welle (14) verbunden ist,

wobei die Welle (14) dafür eingerichtet ist, an der Feldapplizierungsvorrichtung eine Potentialdifferenz gegenüber dem Gehäuse (19) im Bereich von 1 bis 50 kV anzulegen, und

wobei vorzugsweise die Welle (14) dafür eingerichtet ist, die Zerkleinerungsvorrichtung (21) anzutreiben.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei zwischen der Feldapplizierungsvorrichtung für ein Magnetfeld und dem Verfahrensraum (24) eine Scheibe (11) aus Para- oder Diamagnetikum an der Welle (14) angeordnet ist, welche vorzugsweise gegenüber der Welle (14) isoliert ist, insbesondere durch eine dielektrische Scheibe (13) isoliert ist.

6. Vorrichtung nach oder Anspruch 3 und einen der Ansprüche 4 oder 5, wobei eine räumliche Lage der Feldapplizierungsvorrichtung für ein Magnetfeld, bevorzugt eine räumliche Lage mindestens eines oder einer Mehrzahl oder aller Permanentmagneten (16), insbesondere in Bezug auf einen Abstand zur Scheibe (11), veränderbar oder/und einstellbar ist.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Vorrichtung ferner eine Heizmediumzuführungsvorrichtung (17) umfasst, welche dafür eingerichtet ist, dem Verfahrensraum (24) ein Heizmedium, z.B. erhitzte Luft oder ein erhitztes Gas, zuzuführen, oder/und mindestens eine, bevorzugt eine Mehrzahl an Medium-Blasplatten oder an Luftblasplatten (10) umfasst, welche vorzugsweise drehfest mit der Welle (14) angeordnet sind, insbesondere drehfest an der Scheibe (11) befestigt sind.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Vorrichtung ferner eine Abgabevorrichtung umfasst, um getrocknetes Trocknungsgut abzugeben, wobei die Abgabevorrichtung vorzugsweise eine Austragsöffnung (6) in einem Bogenabweiser (22) der Vorrichtung umfasst, um schwerere Partikel des Trocknungsguts abzugeben, wobei der Bogenabweiser (22) vorzugsweise dafür eingerichtet ist, Trocknungsgut in Richtung der Zerkleinerungsvorrichtung (21) zu lenken; wobei vorzugsweise an der Austragsöffnung (6) ein Mechanismus (5) der Vorrichtung vorgesehen ist, um die schwereren Partikel des Trocknungsguts aus der Vorrichtung abzugeben.

9. Verfahren zum Trocknen und Zerkleinern von Trocknungsgut, vorzugsweise von organischen oder/und anorganischen Stoffen oder/und deren Gemischen, folgende Schritte umfassend:

- Einbringen des Trocknungsguts in einen Verfahrensraum (24);
- Zerkleinern des Trocknungsguts in dem Verfahrensraum (24) unter Anwendung von kinetischer Energie;

gekennzeichnet durch

Applizieren eines elektrischen oder elektromagnetischen Feldes an dem Trocknungsgut, vorzugsweise während des Schrittes des Zerkleinerns des Trocknungsguts, um eine oder mehrere Flüssigkeiten in der Form von Aerosol abzutrennen,

- wobei das elektrische oder elektromagnetische Feld zumindest lokal innerhalb des Verfahrensraums (24) eine elektrische Feldstärke aufweist, welche geeignet ist, um eine Abweichung einer Tropfenform von einer Kugelform eines in dem Trocknungsgut vorliegenden Fluidtropfens zu induzieren,
- wobei die Abweichung einer Tropfenform von einer Kugelform geeignet ist, eine Fragmentierung des Fluidtropfens auszulösen, um eine oder mehrere Flüssigkeiten in der Form von Aerosol abzutrennen,

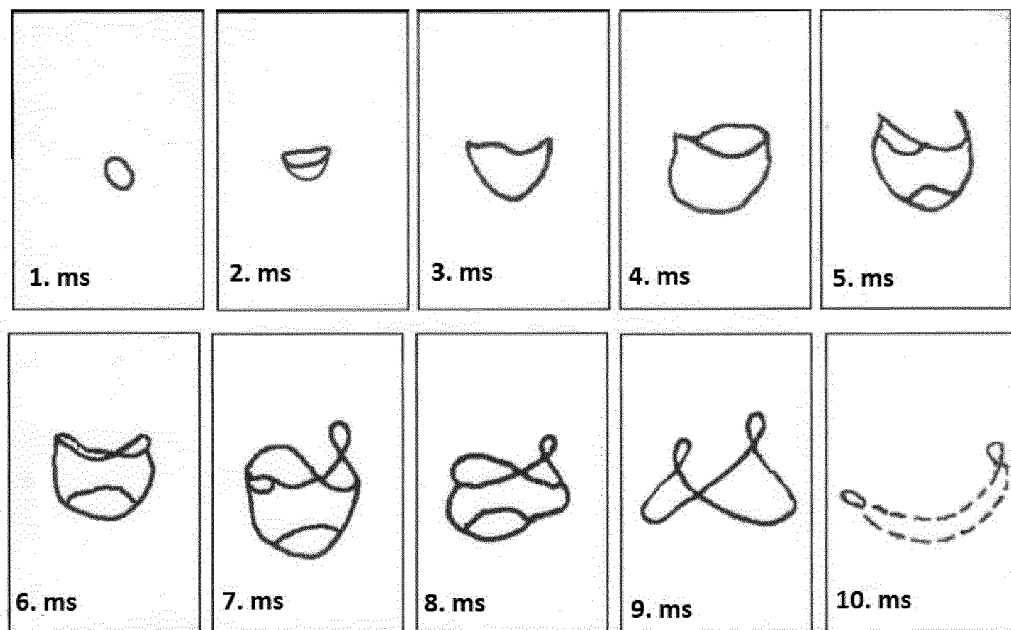
wobei zumindest jeweilige Abschnitte des Trocknungsguts gleichzeitig eine Wechselwirkung mit der Zerkleinerungsvorrichtung (21) und dem elektrischen oder elektromagnetischen Feld erfahren können, wobei die elektrische Feldstärke des elektrischen oder elektromagnetischen Felds vorzugsweise reguliert werden kann,

wobei die elektrische Feldstärke, welche geeignet ist, eine Abweichung einer Tropfenform von einer Kugelform eines in dem Trocknungsgut vorliegenden Fluidtropfens zu induzieren, wobei die Abweichung einer Tropfenform von einer Kugelform geeignet ist, eine Fragmentierung des Fluidtropfens auszulösen, vorzugsweise in dem Bereich von 10^3 V/m bis 10^6 V/m liegt; wobei vorzugsweise das Verfahren einen Schritt eines Dispergierens des Trocknungsguts in dem Verfahrensraum (24) umfasst.

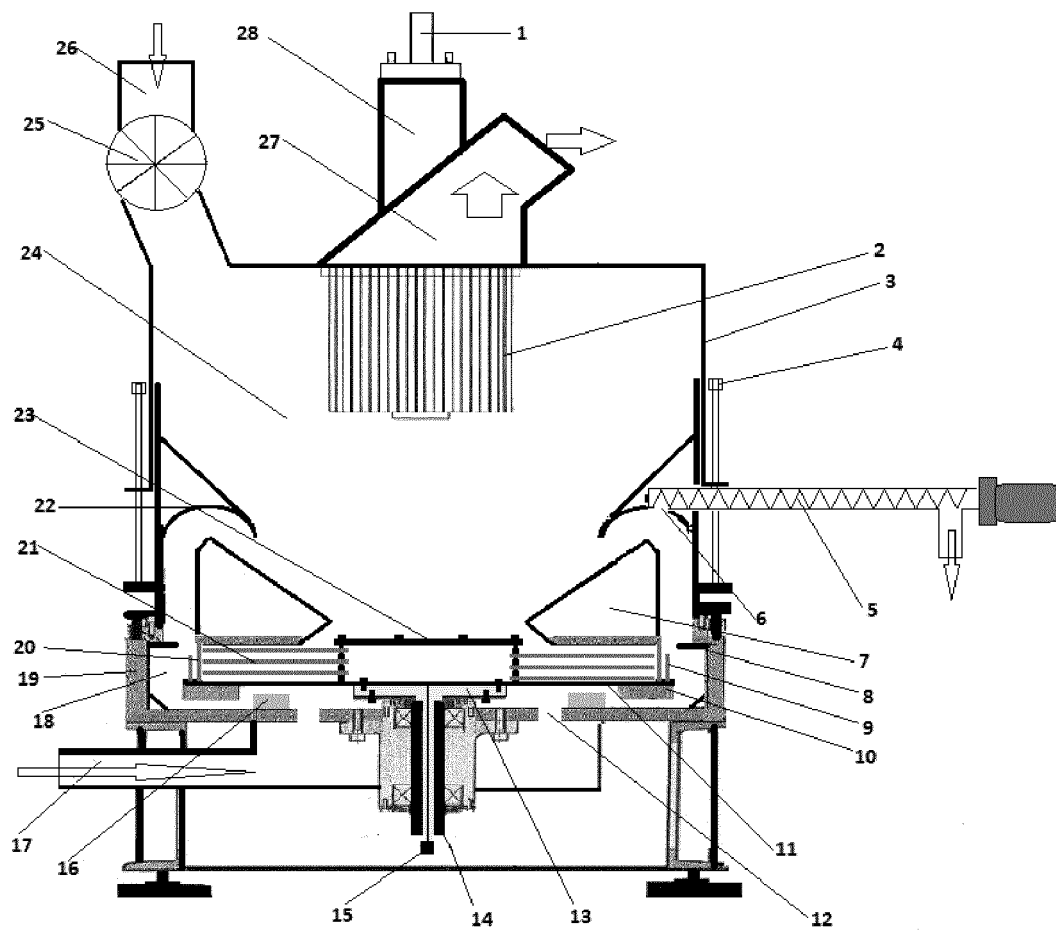
10. Verfahren nach Anspruch 9, ferner umfassend einen Schritt eines Applizierens an einem Bereich des Trocknungsguts eines magnetischen Feldes, um in diesem oder einem Abschnitt des Trocknungsguts durch Erzeugung von Wirbelströmen eine Induktionserwärmung zu erzeugen, wobei vorzugsweise das Magnetfeld von dem Bereich des Trocknungsguts aus betrachtet ein lokales magnetisches Wechselfeld ist, welches vorzugsweise eine Frequenz im Bereich von 500 bis 12.000 Hz aufweist; und/oder wobei der Bereich des Trocknungsguts durch das Magnetfeld bewegt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, ferner umfassend einen Schritt eines Einbringens eines Heizmediums, z.B. erhitzter Luft oder eines erhitzten Gases, in den Verfahrensraum (24).

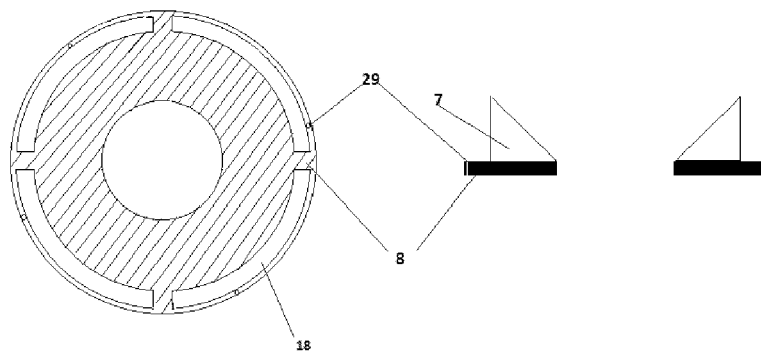
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, ferner umfassend einen Schritt eines Entferns von Partikeln mit höherem spezifischem Gewicht, vorzugsweise während mindestens eines, vorzugsweise aller Schritte des Verfahrens.



Figur 1.



Figur 2.



Figur 3.



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 16 7853

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 6 135 370 A (ARNOLD CHARLES A [US]) 24. Oktober 2000 (2000-10-24) * Abbildung 5 * * Spalte 10, Zeile 61 - Spalte 12, Zeile 23 *	1-12	INV. F26B1/00 F26B3/08 F26B3/34 F26B5/08 F26B17/10 F26B23/04
A	----- KR 2012 0122989 A (MICRO DIGITAL CO., LTD) 7. November 2012 (2012-11-07) * Abbildungen 1-7 * * Absatz [0037] - Absatz [0054] *	1-12	
A	----- US 2016/023126 A1 (ABATE ADAM R [US] ET AL) 28. Januar 2016 (2016-01-28) * Absätze [0103] - [0108] *	1-12	
A	----- WO 95/18946 A1 (THERMTECH AS [NO]; ELLINGSEN OLAV [NO]) 13. Juli 1995 (1995-07-13) * Abbildungen 1-5 * * Seite 4, Zeilen 19-37 * * Seite 7, Zeile 31 - Seite 8, Zeile 14 *	1-12	
A	----- JP 2000 213863 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 2. August 2000 (2000-08-02) * Abbildung 1 * * Absätze [0021] - [0032] *	1-12	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F26B
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 28. August 2019	Prüfer De Meester, Reni
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 19 16 7853

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-08-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	US 6135370 A	24-10-2000	AU 752347 B2	19-09-2002
			BR 9811510 A	26-09-2000
			CA 2296341 A1	28-01-1999
			CN 1264322 A	23-08-2000
			DE 69822649 T2	12-08-2004
			EP 1015120 A1	05-07-2000
			EP 1433529 A1	30-06-2004
			IL 134070 A	10-12-2003
20			JP 2002534242 A	15-10-2002
			PL 338138 A1	25-09-2000
			US 6135370 A	24-10-2000
			US 6227473 B1	08-05-2001
			WO 9903589 A1	28-01-1999
25			ZA 9806368 B	04-05-1999
	-----	-----	-----	-----
	KR 20120122989 A	07-11-2012	KEINE	
	-----	-----	-----	-----
30	US 2016023126 A1	28-01-2016	CN 103328089 A	25-09-2013
			EP 2654939 A2	30-10-2013
			JP 2014508027 A	03-04-2014
			JP 2016165721 A	15-09-2016
			US 2012167410 A1	05-07-2012
			US 2016023126 A1	28-01-2016
			WO 2012087350 A2	28-06-2012
35	-----	-----	-----	-----
	WO 9518946 A1	13-07-1995	NO 176006 B	10-10-1994
			RU 2125217 C1	20-01-1999
			WO 9518946 A1	13-07-1995
	-----	-----	-----	-----
40	JP 2000213863 A	02-08-2000	KEINE	
	-----	-----	-----	-----
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 20150308742 A1 [0019]
- US 6024307 A [0022]