

Vorrichtung und Verfahren zum Ultraschallsieben

Für eine Vielzahl von Prozessen, insbesondere solchen, die die Verladung, Verwendung oder Herstellung von Schüttgütern, insbesondere Pulvern betreffen, ist es üblich, eingesetzte oder erzeugte Schüttgüter zu sieben. In diesem Zusammenhang ist es seit vielen Jahren bekannt, dass durch Ultraschallanregung des Siebgewebes der Durchsatz erheblich gesteigert werden kann.

Der Durchsatz beim Ultraschallsieben hängt von der Verstopfungsneigung der Siebgewebe ab. Durch den Einsatz von Ultraschall werden die Gewebeöffnungen frei gehalten, da die Haftreibung durch die Ultraschallbewegung in die geringere Gleitreibung überführt wird und Pulverbrücken gebrochen werden.

Nach dem bisherigen Stand der Technik ist der Einsatz von Ultraschall von Ultraschallsieben aber an eine Reihe von Bedingungen gebunden. Um eine befriedigende Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe zu gewährleisten, müssen metallische Siebgewebe verwendet werden, die ferner genau bestimmte Gewebespannungsbedingungen erfüllen müssen. In der Praxis sind derzeit dadurch lediglich Siebgewebe mit Maschenweiten unter 300µm Maschenweite verwendbar.

Auch die gut verwendbaren Schüttgüter setzen der Verwendung bekannter Ultraschallsiebe Grenzen bzw. begrenzen deren Effizient. Feuchte oder nasse Schüttgüter führen zu starker Dämpfung und somit Verlust der Ultraschallwirkung. Bei anderen Schüttgütern kann es zu einer elektrostatischen Aufladung kommen, die den Durchfluss behindert.

Seit vielen Jahren wird insbesondere nach Möglichkeiten gesucht, die Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe auf immer effizientere Weise zu gestalten, um den durch Ultra-

schallsieben erzielbaren Durchsatz zu steigern. So ist es beispielsweise aus der US 5 386 169 bekannt, eine Ultraschallanregung am Siebrahmen vorzunehmen, die von diesem dann auf das im Siebrahmen eingespannte Siebgewebe übertragen wird. Diese
5 Vorgehensweise ist aber lediglich für relativ kleine Siebe praktikabel, da mit steigender Entfernung eines Bereichs des Siebgewebes vom Siebrahmen Dämpfungseffekte die Amplitude der Ultraschallschwingung immer weiter schwächen.

10 Daher ist man insbesondere für große Ultraschallsiebe dazu übergegangen, die Ultraschallanregung des Siebgewebes nicht mehr über den Siebrahmen, sondern über auf dem Siebgewebe angeordnete, insbesondere festgeklebte Schallleiter oder Resonatoren, d.h. auf eine bestimmte Ultraschallfrequenz abgestimmte
15 Schallleiter, vorzunehmen. Derartige Siebsysteme sind beispielsweise aus der FR 2 682 050 oder der DE 10 2006 047 592 bekannt.

Dabei wurden unterschiedlichste Ansätze gewählt um zu versuchen, einen ausreichenden Schalleintrag auf das gesamte Siebgewebe zu gewährleisten, z.B. eine konsequente Anregung in Resonanz des Schallleiters (vgl. z.B. DE 44 18 175 A1) oder Frequenzvariation um einen Arbeitspunkt, bei dem das Gesamtsystem hohe Leistung vom den Ultraschallkonverter antreibenden Generator aufnimmt (vgl. z.B. EP 2 049 274 B1).
20
25

Allerdings hat sich gezeigt, dass auch diese Vorgehensweisen nach wie vor mit Nachteilen behaftet sind. Einerseits sind hier der Aufwand bei der Fixierung der Schallleiter oder Resonatoren und Probleme bei der Verbindung der Schallleiter mit
30 dem Siebrahmen, die einerseits einen ungewünschten Abfluss von Ultraschallenergie in den Siebrahmen verhindern soll, andererseits aber insbesondere bei Siebsystemen, bei denen der Sieb-

prozess noch durch eine externe Bewegung unterschützt wird, wie beispielsweise bei Taumelsieben, den Schallleiter mechanisch halten muss, zu nennen.

- 5 Schließlich bestehen nach wie vor akute Probleme dabei, die nötige Ultraschallintensität an allen Stellen des Siebgewebes bereitzustellen. Diese Probleme äußern sich konkret darin, dass auftretende Steckkörner nicht an allen Stellen des Siebgewebes durch die Ultraschallanregung entfernt werden können.
- 10 Bei mit dem Siebgewebe fest verbundenen Schallleitern reicht die Energiedichte und die erzielte Schwingungsamplitude oftmals nicht aus, Steckkorn aus den Maschenöffnungen zu entfernen.
- 15 Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zum Ultraschallsieben und ein Ultraschallsieb bereitzustellen, die eine verbesserte Verteilung der Ultraschallanregung über das Siebgewebe gewährleisten und damit einen verbesserten Durchsatz des Siebgutes zu erzielen.
- 20 Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung zum Ultraschallsieben mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und ein Verfahren zum Ultraschallsieben mit den Merkmalen des Patentanspruchs 13. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Vorrichtung und
- 25 des Verfahrens sind den jeweiligen Unteransprüchen zu entnehmen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Ultraschallsieben weist, einen Siebrahmen mit einem im Siebrahmen angeordneten Siebge-

30 webe auf. In der Regel wird das Siebgewebe auch durch den Siebrahmen gespannt sein und/oder von diesem getragen werden. Zweckmäßigerweise ist das Siebgewebe im Siebrahmen so angeordnet, dass das zu siebende Material durch die Durchtrittsöff-

nung des Siebrahmens nur hindurchtreten kann, wenn es das Siebgewebe passiert.

5 Ferner weist die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Ultraschallsieben mindestens einen Ultraschallkonverter zur Erzeugung von Ultraschallschwingungen und mindestens einem Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe auf, welches mit dem Ultraschallkonverter in schallleitender Verbindung steht. Es sind aus dem Stand der Technik eine Vielzahl
10 von derartigen Mitteln zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe bekannt, insbesondere Platten, Keile, Stäbe und Sonotroden.

Angemerkt sei an dieser Stelle, dass die Ultraschallkonverter,
15 deren Funktion in der Umwandlung elektrischer Signale in Ultraschallschwingungen besteht, üblicherweise mit einem Ultraschallgenerator angesteuert und angetrieben werden, die die entsprechenden elektrischen Signale erzeugen. Allerdings werden Ultraschallgeneratoren in der Regel separat vertrieben und
20 sind geeignet, Ultraschallkonverter unterschiedlichster Vorrichtungen anzusteuern bzw. anzutreiben, weshalb sie nicht zwingend als Bestandteil der Vorrichtung zum Ultraschallsieben angesehen werden, auch wenn sie zu ihrem Betrieb notwendig sind. Für die hier beschriebene Erfindung ist die Art und das
25 Regelungsprinzip des Generators, sei es Festfrequenz, Variation über einen gegebenen Frequenzbereich oder Phase-Locking, irrelevant, sie funktioniert mit beliebigen Generatoren und beliebigen Regelungsprinzipien.

30 Erfindungswesentlich ist, dass mindestens eines der Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe relativ zum Siebgewebe derart beweglich angeordnet ist, dass der Ort des Siebgewebes, an dem die Einleitung der Ultraschall-

schwingungen in das Siebgewebe durch die Mittel zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe erfolgt, durch Bewegung des Mittels zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe relativ zum Siebgewebe veränderbar ist.

5 Mit anderen Worten ist ein Bewegungsfreiheitsgrad für mindestens eines der Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe gegeben, der eine Verschiebung des Ortes, an dem die Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe erfolgt, ermöglicht.

10

Die sichere und gleichmäßige Verteilung der Ultraschallschwingungen über das Siebgewebe wird somit gemäß der Erfindung dadurch sichergestellt, dass der Ort, an dem der Ultraschall in das Siebgewebe eingebracht wird, durch eine bewegliche Anord-

15

nung des Mittels zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe variiert werden kann. Statt zu versuchen, durch Ausgestaltung des Mittels zur Einleitung der Ultraschall-

schwingungen in das Siebgewebe und die Art und Weise, in der es angeregt wird die Ausbreitung der Ultraschallschwingungen

20

im Siebgewebe auf eine gewünschte Art und Weise zu beeinflussen, wird stattdessen durch eine Bewegung des Mittels zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe, d.h.

durch eine Veränderung des Ortes, an dem die Einspeisung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe erfolgt, gewährleis-

25

tet, dass die nötige Ultraschallintensität an allen Stellen des Siebgewebes bereitgestellt werden kann.

Dieser Paradigmenwechsel bringt eine Reihe von wesentlichen Vorteilen mit sich. Erstens kommt es nicht mehr darauf an,

30

dass eine Propagation der Ultraschallschwingungen im Siebgewebe erfolgen muss. Damit fallen die bisherigen Bedingungen, die an das Siebgewebe zu stellen waren, fort. Zweitens muss die Form des Mittels zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in

das Siebgewebe sich nicht mehr an den Erfordernissen der gleichmäßigen Verteilung der Ultraschallschwingungen über das Siebgewebe orientieren. Dies ermöglicht insbesondere kleinere Kontaktflächen zum Siebgewebe, die eine höhere Leistungsdichte mit sich bringt. Ferner können dadurch in einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung Mittel zur Amplitudenmodifikation am Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe vorgesehen werden.

10 Grundsätzlich kann man die Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe oberhalb des Siebgewebes oder unterhalb des Siebgewebes vorsehen. Oberhalb des Siebgewebes bedeutet dabei in der dem Schüttgutstrom entgegengesetzten Richtung betrachtet stromaufwärts des Siebgewebes, also im
15 ungesiebten Schüttgutstrom. Unterhalb des Siebgewebes bedeutet dementsprechend im Schüttgutstrom stromabwärts des Siebgewebes, also im gesiebten Schüttgutstrom. Die letztgenannte Anordnung wird dabei bevorzugt.

20 Diese Definitionen von „oberhalb“ und „unterhalb“ lassen sich direkt auf die Interpretation von Begriffen wie „oben“, „unten“, „Oberseite“ oder „Unterseite“ im Sinne dieser Patentschrift übertragen.

25 In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung, die sich durch besondere Effizienz auszeichnet, ist wenigstens eines der Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe so auf dem oder unter dem Siebgewebe angeordnet ist, dass es zumindest dann, wenn das Ultraschallsieb im gewünschten Pulverstrom angeordnet ist, Druck auf das Siebgewebe
30 ausübt. Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn der Druck so groß ist, dass eine Verformung des im Siebrahmen gespannten Siebgewebes erfolgt.

Anzumerken ist, dass eine Anordnung, bei der ein Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe Druck auf das Siebgewebe ausübt, insbesondere dann vorliegt, wenn Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Sieb-
5 gewebe unabhängig vom Siebgewebe gelagert oder fixiert sind, so dass Mittel und Siebgewebe, bevorzugt auch an ihren Kontaktflächen miteinander, relativ zueinander beweglich sind.

Der positive Effekt, der dadurch erreicht wird, dass ein oder
10 mehr Mittel zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe so von oben oder von auf dem Siebgewebe angeordnet sind, dass dieses unter Druck steht, ist so groß, dass diese Weiterbildung in Kombination mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 als eigenständige Erfindung, die eine
15 alternative Lösung der oben genannten Probleme darstellt, anzusehen ist.

Es gibt eine Reihe unterschiedlicher Möglichkeiten, um zu erreichen, dass ein Druck durch ein Mittel zur Einleitung von
20 Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe auf das Siebgewebe ausgeübt wird. Beispielsweise ist es möglich, ein auf den Siebrahmen gespanntes Siebgewebe dadurch unter Druck zu setzen, dass Mittel zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe so angeordnet werden, dass sie die durch die Kontaktbe-
25 reiche zwischen Siebrahmen und Siebgewebe miteinander definierte Ebene, in der das Siebgewebe gespannt ist, durchsetzen, also diese Ebene in beide Richtungen überragen. Dieses Überragen kann, in Abhängigkeit insbesondere von der Maschenweite und der Materialstärke und den Materialeigenschaften, des
30 Siebgewebes, dazu führen, dass auf der den Mitteln zur Einleitung des Ultraschalls in das Siebgewebe abgewandten Seite des Siebgewebes an den Kontaktstellen zwischen den Mitteln zur Einleitung des Ultraschalls in das Siebgewebe und dem Siebge-

webe Ausbeulungen zu erkennen sind, die insbesondere im Wesentlichen die Struktur der Mittel zur Einleitung des Ultraschalls in das Siebgewebe wiedergeben.

5 Dies ist aber nicht zwingend erforderlich, da insbesondere dann, wenn die Mittel zur Einleitung des Ultraschalls in das Siebgewebe in ihre Position gebracht werden, nachdem das Siebgewebe auf den Rahmen gespannt ist, bereits ein Übertagen um wenige Zehntel mm ausreicht.

10

Der Druck kann bei der Verwendung des Ultraschallsiebs durch den Pulverstrom verstärkt werden oder gegebenenfalls auch erst dann entstehen. Bei bislang üblichen Ultraschallsieben, bei denen keine voneinander unabhängige Lagerung oder Fixierung
15 von Mitteln zur Einleitung des Ultraschallgewebes in das Siebgewebe und Siebgewebe gewährleistet war, insbesondere bei mit dem Siebgewebe verklebten Mitteln zur Einleitung des Ultraschalls in das Siebgewebe, führt ein starker Pulverstrom auf das Siebgewebe lediglich dazu, dass sich das Siebgewebe gemeinsam mit darauf angeordneten Mitteln zur Einleitung des
20 Ultraschalls in das Siebgewebe verformte. Im Gegensatz dazu kommt es, wenn Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe unabhängig vom Siebgewebe gelagert oder fixiert sind, so dass Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe und Siebgewebe, bevorzugt auch an ihren Kontaktflächen miteinander, relativ zueinander beweglich sind, lediglich zu einer Verformung des Siebgewebes, welche einen Druck zwischen Siebgewebe an die Mittel zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe, die ortsfest bleiben,
25 ben, aufbaut. Lediglich der Vollständigkeit halber wird erwähnt, dass der Druck des Materialstroms auf das Siebgewebe naturgemäß gemäß dem Newton'schen Prinzip „actio=reactio“ an den Stellen, wo die Verformung des Siebgewebes durch die Mit-

30

tel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebge-
webe behindert wird, ein Gegendruck zwischen Mitteln zur Ein-
leitung des Ultraschalls in das Siebgewebe und dem Siebgewebe
erzeugt wird.

5

Besonders effizient ist es bei dieser eigenständigen Erfin-
dung, eine sternförmige oder gitterförmige Struktur platten-
förmiger Schallleiter als Mittel zur Einleitung der Ultra-
schallschwingungen in das Siebgewebe zu verwenden.

10

Das beiden Erfindungen gemeinsame übergeordnete Prinzip be-
steht darin, dass jeweils eine Vorrichtung zum Ultraschallsie-
ben mit einem Siebrahmen mit einem im Siebrahmen angeordneten
Siebgewebe mit mindestens einem Ultraschallkonverter zur Er-
zeugung von Ultraschallschwingungen, und mit mindestens einem
Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Sieb-
gewebe, wobei das Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwin-
gungen in das Siebgewebe mit dem Ultraschallkonverter in
schallleitender Verbindung steht, wobei Mittel zum Einleiten
einer Kraft in mindestens eines der Mittel zur Einleitung von
Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe vorgesehen sind, so
dass eine Bewegung oder ein Druck hervorruft oder hervorgerufen werden.

25

Die nachfolgend beschriebenen vorteilhaften Ausgestaltungen
lassen sich jeweils auf beide Erfindungen beziehen.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist das Mit-
tel zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebge-
webe so beweglich, dass jede Stelle des Siebgewebes mit einem
-d.h. irgendeinem, aber nicht notwendigerweise demselben oder
gar jedem- Abschnitt des Mittels zur Einleitung der Ultra-
schallschwingungen in das Siebgewebe in Kontakt gebracht wer-
den kann. Dadurch wird die vollständige Beschallung des gesam-

30

ten Siebgewebes mit Ultraschall sichergestellt.

In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist das Siebgewebe nichtmetallisch, insbesondere aus Kunststoff. Dies ermöglicht den Einsatz von kostengünstigeren Systemen und kann insbesondere beim Sieben von aggressiven, z.B. korrosiven Substanzen von Vorteil sein.

Darüber hinaus wird die Verwendung grobmaschigerer Siebe, insbesondere von Sieben mit einer Maschenweite von über 300µm möglich. Die Maschenweite gibt dabei den größten Abstand zwischen zwei Maschenrändern, der in einer Masche auftritt, wieder.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist die Vorrichtung zum Ultraschallsieben ferner eine Antriebsvorrichtung zur Bewegung mindestens eines beweglichen Mittels zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe relativ zum Siebgewebe auf. Dies kann insbesondere ein Motor sein, der das bewegliche Mittel zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe bewegt. Insbesondere bei Taumelsiebmaschinen, Vibrationssiebmaschinen und ähnlichen Vorrichtungen, in denen das Sieb selbst zur Unterstützung des Siebprozesses bewegt wird, kann der Antrieb aber auch rein mechanisch dadurch bewirkt werden, dass sich aus Positionsänderungen des Siebes ergebende Änderungen der potentiellen Energie genutzt werden, um die Bewegung zu bewirken.

In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung weist der Siebrahmen auf der Seite des Siebgewebes, auf der das bewegliche Mittel zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe angeordnet sind, eine Trägerstruktur auf, an welcher das bewegliche Mittel zur Einleitung der Ultraschall-

schwingungen in das Siebgewebe beweglich gelagert ist und/oder an welcher eine Antriebsvorrichtung zur Bewegung des beweglichen Mittels zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe angeordnet ist. Dies erlaubt eine konstruktiv besonders einfache Ausgestaltung der Erfindung. Grundsätzlich kann die Mechanik, welche die Bewegung des beweglichen Mittels zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe ermöglicht und/oder ein etwaig vorhandener Antrieb aber auch am Siebrahmen oder an einer separaten Halterung an der Siebmaschine gelagert bzw. angeordnet werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist das bewegliche Mittel zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe relativ zum Siebgewebe drehbar ist. Dieser Freiheitsgrad ist insbesondere für kreisförmige Siebrahmen vorteilhaft, denn wenn man das Mittel zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe um eine Achse, die senkrecht zum Siebgewebe durch den Mittelpunkt des kreisförmigen Siebrahmens verläuft drehbar gestaltet und zusätzlich seine Ausdehnung an den Radius oder Durchmesser des kreisförmigen Siebrahmens anpasst, kann man auf sehr einfache Weise sicherstellen, dass Ultraschall direkt in jeden Bereich des Siebwebes eingeleitet werden kann. Ein Antrieb ist dann direkt durch den Rotor eines Motors möglich.

In einer weiteren Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, das bewegliche Mittel zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe relativ zum Siebgewebe so angeordnet ist, dass das bewegliche Mittel zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe oder eine Achse, um die es drehbar ist, in einem Winkel zwischen 90° und 0° zum Siebgewebe steht. Dies kann noch weiter dadurch optimiert werden, dass der Winkel, in dem das bewegliche Mittel zur Einleitung von Ultraschall in das Siebge-

webe oder die Achse, um die es drehbar ist, zum Siebgewebe steht, veränderbar ist. Diese Maßnahmen sind insbesondere dann zweckmäßig, wenn die Kontaktfläche des beweglichen Mittels zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe als eine gekrümmte Fläche ausgestaltet wird, weil so auch die lokale Energiedichte, die angewendet wird, verändert werden kann.

Alternativ oder zusätzlich zu einem Rotationsfreiheitsgrad kann das bewegliche Mittel zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe relativ zum Siebgewebe linear verschiebbar ausgestaltet sein. Dieser Freiheitsgrad ist insbesondere bei rechteckförmigen Siebrahmen wichtig. Gestaltet man das Mittel zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe linear in eine Richtung, die parallel zu zwei gegenüberliegenden Seiten eines rechteckigen Siebrahmens verläuft über die gesamte Länge dieser Seiten hinweg verschiebbar und passt man zusätzlich seine Ausdehnung an den Abstand zwischen diesen gegenüberliegenden Seiten des Siebrahmens an, kann man auf sehr einfache Weise sicherstellen, dass Ultraschall direkt in jeden Bereich des Siebgewebes eingeleitet werden kann. Ein Antrieb ist dann durch einen einfachen motorisierten Lineartrieb möglich.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren zum Ultraschallsieben wird eine Vorrichtung mit einem Siebrahmen, mit einem im Siebrahmen angeordneten Siebgewebe, mit mindestens einem Ultraschallkonverter zur Erzeugung von Ultraschallschwingungen, und mit mindestens einem Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe, wobei das Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen mit dem Ultraschallkonverter in schallleitender Verbindung steht, in einem Siebvorgang zumindest zeitweilig in einem Fluss des zu siebenden Materials angeordnet und im Verlauf des Verfahrens zumindest zeitweise das

Siebgewebe durch das Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe mit Ultraschallschwingungen angeregt.

- 5 Erfindungswesentlich ist, dass während des Verfahrens die Position des Mittels zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe relativ zum Siebgewebe verändert wird.

10 Statt zu versuchen, durch Ausgestaltung des Mittels zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe und die Art und Weise, in der es angeregt wird die Ausbreitung der Ultraschallschwingungen im Siebgewebe auf eine gewünschte Art und Weise zu beeinflussen, wird also durch eine Bewegung des Mittels zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das
15 Siebgewebe, d.h. durch eine Veränderung des Ortes, an dem die Einspeisung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe erfolgt, gewährleistet, dass die nötige Ultraschallintensität an allen Stellen des Siebgewebes bereitgestellt werden kann. Es wird explizit darauf hingewiesen, dass mit demselben Verfahren
20 auch ein verschmutztes Ultraschallsieb gereinigt werden kann.

Besonders effizient wird das Verfahren, wenn durch mindestens ein oder mehr Mittel zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe von oben oder von unten Druck auf das
25 Siebgewebe ausgeübt wird. Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn der Druck so groß ist, dass er eine Verformung des im Siebrahmen gespannten Siebgewebes herbeiführt.

Der positive Effekt, der dadurch erreicht wird, dass durch ein
30 oder mehr Mittel zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe von oben oder von unten Druck auf das Siebgewebe ausgeübt wird ist so groß, dass dieses Merkmal in Kombination mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 13 als ei-

genständige Erfindung, die eine alternative Lösung der oben genannten Probleme darstellt, anzusehen ist. Besonders effizient ist es bei dieser eigenständigen Erfindung, eine sternförmige oder gitterförmige Struktur plattenförmiger Schallleiter als Mittel zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe zu verwenden.

Das beiden Erfindungen gemeinsame übergeordnete Prinzip besteht darin, dass jeweils Verfahren zum Ultraschallsieben, bei denen eine Vorrichtung mit einem Siebrahmen (11,21,31,41), mit einem im Siebrahmen angeordneten Siebgewebe, mit mindestens einem Ultraschallkonverter zur Erzeugung von Ultraschallschwingungen, und mit mindestens einem Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe, wobei das Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe mit dem Ultraschallkonverter in schallleitender Verbindung steht, in einem Siebvorgang zumindest zeitweilig in einem Fluss des zu siebenden Materials angeordnet ist und bei dem im Verlauf des Verfahrens zumindest zeitweise das Siebgewebe durch das Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe mit Ultraschallschwingungen angeregt wird bereitgestellt werden, bei denen wobei auf mindestens eines der Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe eine Kraft wirkt, welche eine Bewegung oder einen An- druck an das Siebgewebe hervorruft.

Die nachfolgend beschriebenen vorteilhaften Ausgestaltungen lassen sich auf beide Verfahren beziehen.

In einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens wird mindestens ein oder mehr Mittel zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe von oben oder von unten mit dem Siebgewebe in Kontakt gebracht werden und dass die Mittel zur

Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe direkt oder indirekt über Zufuhrschallleiter mit einem oder mehreren Ultraschallkonvertern in Kontakt gebracht.

5 Besonders effizient kann das Verfahren gestaltet werden, wenn zusätzlich zu der Bewegung des Mittels zur Einleitung des Ultraschalls in das Siebgewebe die Frequenz der Ultraschallanregung durch Durchfahren eines oder mehrerer Frequenzbereiche, insbesondere des oder der Frequenzbereiche, in denen Resonanzen der Vorrichtung liegen, oder in denen Maxima der Leistungsaufnahme der Vorrichtung liegen variiert wird. Beispielsweise kann dies so gestaltet werden, dass an einer gegebenen Position des Mittels zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe auf dem Siebgewebe einmal der gewählte
10 Frequenzbereich überstrichen wird und dann die Position durch Bewegung des Mittels zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe zur nächsten gewünschten Position erfolgt. Es kann aber auch eine kontinuierliche Frequenzvariation bei einer kontinuierlichen Bewegung des Mittels zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe vorgesehen
15 werden.

In einer bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens liegt die Frequenz der Ultraschallanregung im Megaherzbereich, d.h. im
25 Bereich zwischen 1 und 10 MHz.

Besonders vorteilhaft ist ein Verfahren, bei dem zusätzlich der Winkel, in dem das bewegliche Mittel zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe zum Siebgewebe steht, verändert
30 wird.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Figuren, die Ausführungsbeispiele der Erfindung zeigen, näher erläutert.

Es zeigt:

Fig. 1: ein erstes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum
Ultraschallsieben, betrachtet schräg von oben;

5

Fig. 2: ein zweites Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum
Ultraschallsieben, betrachtet schräg von oben;

10

Fig. 3: ein drittes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum
Ultraschallsieben, betrachtet schräg von oben;

Fig. 4: ein viertes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum
Ultraschallsieben, betrachtet schräg von unten; und

15

Fig. 5: ein Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Ultra-
schallsieben, bei der Mittel zur Einleitung von Ultra-
schallschwingungen in das Siebgewebe so auf dem
dem Siebgewebe angeordnet sind, dass Druck auf das
Siebgewebe ausübt wird.

20

Figur 1 zeigt eine Vorrichtung zum Ultraschallsieben 10 mit
einem kreisförmigen Siebrahmen 11, in dem ein Siebgewebe 12
angeordnet ist. Während sich das Siebgewebe 12 in der Realität
über die gesamte durch den kreisförmigen Siebrahmen 11 einge-
schlossene Fläche erstreckt, ist es in Figur 1 nur teilweise
dargestellt, um eine deutlichere Darstellung der unter dem
Siebgewebe 12 liegenden Komponenten der Vorrichtung zum Ultra-
schallsieben 10 zu ermöglichen. Aus demselben Grund sind auch
in den Figuren 2, 3 und 4 die eigentlich die durch die jewei-
ligen Siebrahmen 21, 31 und 41 eingeschlossenen Flächen kom-
plett überdeckenden Siebgewebe 22, 32 und 42 jeweils nur par-
tiell dargestellt.

Konkret kann das Siebgewebe 12 beispielsweise am kreisförmigen Siebrahmen 11 verklebt sein. Zur Anregung des Siebgewebes 12 ist ein bewegliches Mittel 13 zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe 12 in Gestalt eines am Siebge-
5 webe 12 anliegenden plattenförmigen Resonators vorgesehen, dessen Länge dem Durchmesser des kreisförmigen Siebrahmens 11 entspricht. Der plattenförmige Resonator liegt mit seiner Schmalseite am Siebgewebe entlang einer Kontaktlinie, die ei-
nem Durchmesser des kreisförmigen Siebrahmens 11 entspricht,
10 an. Die durch den plattenförmigen Resonator in das Siebgewebe eingeleiteten Ultraschallschwingungen werden durch einen Ultraschallkonverter 15 erzeugt und über einen hier syphonförmig ausgestalteten Zufuhrschallleiter 14 auf den plattenförmigen Resonator übertragen.

15 Wesentlich ist insbesondere, dass, wie durch den Doppelpfeil D in Figur 1 angedeutet, das Mittel zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in Gestalt des am Siebgewebe 12 anliegenden plattenförmigen Resonators um eine durch den Mittelpunkt des
20 kreisförmigen Siebrahmens senkrecht zum Siebgewebe 12 verlaufende Achse drehbar ist. Bei dieser Drehung, bei der auch der Zufuhrschallleiter 14 und der Ultraschallkonverter 15 mitgedreht werden, wobei diese vorzugsweise fest mit einander und mit dem plattenförmigen Resonator verbunden sind, so dass sie
25 eine gemeinsame starre Baugruppe bilden, verändert sich der Ort auf dem Siebgewebe 12, an dem die Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe 12 erfolgt. Das bewegliche Mittel 13 zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe 12 ist somit relativ zum Siebgewebe derart be-
30 weglich angeordnet, dass der Ort des Siebgewebes, an dem die Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe durch das bewegliche Mittel 13 zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe erfolgt, durch Bewegung des be-

weglichen Mittels 13 zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe 12 relativ zum Siebgewebe 12 veränderbar ist. Insbesondere ist durch die gewählte Geometrie des beweglichen Mittels 13 zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe gewährleistet, dass durch die Drehbewegung an jedem Punkt auf der Fläche des Siebgewebes 12 Ultraschall in das Siebgewebe 12 einleitbar ist, was insbesondere für eine zuverlässige Vermeidung bzw. Entfernung von Steckkörnern vorteilhaft ist.

Nicht in Figur 1 dargestellt sind eigentlich vorhandene Mittel zur Halterung der Baugruppe aus Ultraschallkonverter 15, Zufuhrschallleiter 14 und plattenförmigem Resonator 13 und ein Antrieb, mit dem diese Drehbewegung hervorgerufen werden kann, da eine Vielzahl von Realisierungsmöglichkeiten besteht. Ebenfalls variiert werden kann die Art der durchgeführten Drehbewegung. Beispielsweise kann in der Ausführungsform der Figur 1 entweder eine kontinuierliche Drehung in eine Richtung vorgesehen werden, es kann aber auch jeweils eine Drehung um 180° in eine Richtung durchgeführt werden, auf die dann eine Drehung um 180° in die Gegenrichtung erfolgt.

Eine Möglichkeit für Halterung und Antrieb besteht beispielsweise darin, dass der Ultraschallkonverter 15 auf der Oberfläche eines mit einem Motor in Drehung versetzbaren Drehtellers angeordnet ist, der sich um die durch den Mittelpunkt des kreisförmigen Siebrahmens 11 senkrecht zum Siebgewebe 12 verlaufende Achse dreht, und zwar mittig auf dem Punkt der Oberfläche, an dem die Drehachse diese schneidet. Dabei ist darauf hinzuweisen, dass ein solcher Drehteller so gelagert sein muss, dass er eine etwaige Bewegung des Siebrahmens 11, wie sie z.B. in Taumel- oder Vibrationssiebmaschinen erfolgt, mitvollzieht, also lagefest relativ zum Siebrahmen 11 bleibt.

Eine andere Möglichkeit könnte darin bestehen, den plattenförmigen Resonator schwingungsentkoppelt und drehbar in einem entlang des inneren Umfangs des Siebrahmens 11 verlaufenden, nicht dargestellten Lager zu halten und einen nicht dargestellten Motor vorzusehen, der durch Wechselwirkung mit dem Siebrahmen 11, beispielsweise durch Eingreifen eines nicht dargestellten Motorritzels in eine am inneren Umfang des Siebrahmens 11 angeordnete, nicht dargestellte Zahnschiene die Drehbewegung des plattenförmigen Resonators bewirkt.

Figur 2 zeigt eine zweite Ausführungsform einer Vorrichtung zum Ultraschallsieben 20 mit Siebrahmen 21, Siebgewebe 22, beweglichem Mittel 23 zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe 22 in Gestalt eines am Siebgewebe 22 anliegenden plattenförmigen Resonators, der um eine durch den Mittelpunkt des kreisförmigen Siebrahmens senkrecht zum Siebgewebe 22 verlaufende Achse drehbar ist, Zufuhrschallleiter 24 und Ultraschallkonverter 25. Die Vorrichtung zum Ultraschallsieben 20 unterscheidet sich von der Vorrichtung zum Ultraschallsieben 10 gemäß Figur 1 dadurch, dass ein Träger 26 unterhalb des Siebgewebes 22 angeordnet ist, die entlang eines Durchmessers des Siebrahmens 21 verläuft. Dieser Träger 26 ermöglicht insbesondere eine besonders einfache Möglichkeit, Antrieb und Lager für das bewegliche Mittel 23 zum Einleiten der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe bereitzustellen, er begrenzt aber in der Regel den möglichen Drehwinkel auf knapp 180°, so dass dieser Drehwinkel abwechselnd vorwärts und rückwärts überstrichen werden muss.

Beispielsweise kann für Lagerung und Antrieb ein nicht dargestellter Motor auf der Drehachse an dem Träger 26 montiert werden, an dessen Rotor der plattenförmige Resonator 23 mit an

ihm befestigen Zufuhrschallleiter 24 und an diesem befestigen Ultraschallkonverter 25 festgelegt ist.

Figur 3 zeigt eine dritte Ausführungsform einer Vorrichtung zum Ultraschallsieben 30 mit Siebrahmen 31, Siebgewebe 32, zwei beweglichen Mitteln 33a, 33b zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in Gestalt von am Siebgewebe 32 anliegenden plattenförmigen Resonatoren, die um eine durch den Mittelpunkt des kreisförmigen Siebrahmens senkrecht zum Siebgewebe 32 verlaufende Achse drehbar sind, Zufuhrschallleiter 34 und Ultraschallkonverter 35 sowie zwei Träger 36a, 36b. Die Vorrichtung zum Ultraschallsieben 30 unterscheidet sich von der Vorrichtung zum Ultraschallsieben 20 gemäß Figur 2 durch die Zahl der Träger 36a, 36b und die Zahl der beweglichen Mittel 33a, 33b zur Einleitung von Ultraschallschwingungen. Durch die größere Zahl von Trägern 36a, 36b kann die mechanische Stabilität der Vorrichtung zum Ultraschallsieben 30 gesteigert werden. Da diese Träger aber den möglichen Winkelbereich der Drehung der beweglichen Mittel 33a, 33b zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe 33 begrenzen, muss die Zahl der beweglichen Mittel 33a, 33b erhöht werden, wenn man weiterhin sicherstellen will, dass zumindest nahezu an jeder Stelle des Siebgewebes 32 Ultraschall eingeleitet werden kann.

Figur 4 zeigt eine vierte Ausführungsform einer Vorrichtung zum Ultraschallsieben 40 mit Siebrahmen 41, Siebgewebe 42 und zwei beweglichen Mitteln 43a, 43b zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in Gestalt von am Siebgewebe 42 anliegenden plattenförmigen Resonatoren, die zumindest in einem bestimmten Winkelbereich um eine durch den Mittelpunkt des kreisförmigen Siebrahmens senkrecht zum Siebgewebe 42 verlaufende Achse drehbar sind und Trägern 46a, 46b. Die Vorrichtung zum Ultraschallsieben 40 unterscheidet sich von der Vorrichtung zum

Ultraschallsieben 30 gemäß Figur 3 dadurch, dass jedem der plattenförmigen Resonatoren jeweils ein separater Ultraschallkonverter 45a, 45b über einen separaten Zufuhrschallleiter 44a, 44b zugeordnet ist. Dadurch wird die Bereitstellung verschiedener Ultraschallanregungen auf dem Siebgewebe 42 ermöglicht.

Figur 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Ultraschallsieben 50 mit einer an einer Außenwand des Siebrahmens angeordneten Konverterhalterung 61 und mit einem in der Konverterhalterung 61 gehaltenen Ultraschallkonverter 55, der über einen durch den Siebrahmen 51 hindurchgeführten Zufuhrschallleiter 54 in Ultraschall leitender Weise mit dem Mittel 53 zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in ein Siebgewebe 52.

Bei der Ausführungsform gemäß Figur 5 haben die Mittel 53 zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das nur teilweise dargestellte Siebgewebe 52 die Gestalt eines Ultraschallgitters aus mehreren Kreisringen 53a, die an einem kreuzförmigen Träger 53b angeordnet sind, die unterhalb des Siebgewebes 52 angeordnet sind. Selbstverständlich sind aber auch andere Formen, insbesondere quadratische oder rechteckförmige Gitter und strukturelle Abwandlungen bzw. Kombinationen davon realisierbar.

Dabei ist der kreuzförmige Träger 53b jeweils an den Enden des Kreuzes mit Befestigungswinkeln 57 am Rahmen gelagert, und zwar so, dass das Mittel 53 zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe 52 wenigstens dann, wenn die Vorrichtung zum Ultraschallsieben 50 im Pulverstrom des zu siebenden Materials angeordnet ist, in der dargestellten be-

vorzugten Ausführungsform aber auch außerhalb eines solchen Pulverstroms, Druck auf das Siebgewebe 52 ausübt.

Um dies zu veranschaulichen, sind in Figur 5 in dem Abschnitt, in dem das Siebgewebe 52 dargestellt ist, Ausbeulungen 58, d.h. durch das Siebgewebe 52 hindurchgedrückte Konturen der Mittel 53 zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe 52 als Linien dargestellt, die der Form des darunter angeordneten, in diesem Abschnitt nicht direkt sichtbaren Mittels 53 zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe 52 folgen. Es ist aber anzumerken, dass die Frage, ob eine Anordnung von Mitteln 53 zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe 52 auf eine solche Art, dass Druck auf das Siebgewebe 52 ausgeübt wird zu Ausbeulungen 58 auf der den Mitteln 53 zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe 52 gegenüberliegenden Seite des Siebgewebes 52 führt oder nicht von Eigenschaften des verwendeten Siebgewebes 52 führt. Insbesondere bei relativ starren Siebgeweben 52 kann auch ein erheblicher Druck gegebenenfalls keine Ausbeulungen 58 hervorrufen. Darüber hinaus kann gegebenenfalls auch nur im Pulverstrom eine Ausbeulung 58 des Siebgewebes 52 zu erkennen sein.

Insbesondere sind Ausbeulungen 58a, die der Form der Kreisringe 53a folgen und Ausbeulungen 58b, die der Form des kreuzförmigen Trägers 53b folgen, zu erkennen.

Eine bevorzugte Möglichkeit, eine Anordnung der Mittel 53 zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe 52 zu erreichen, besteht darin, dass die Mittel 53 mittels der Befestigungswinkel 57 so angeordnet sind, dass sie die Ebene des Siebrahmens 51, in der das Siebgewebe 52 befestigt ist, überragen, d.h. in der Richtung überstehen, die im Betrieb der Flussrichtung des

Pulverstroms entgegengesetzt ist. Dabei reicht für viele Anwendungen bereits ein Überstehen um wenige Zehntel mm aus.

5 Vorteilhaft kann es sein, wenn die Befestigungswinkel 57 nicht dargestellte Mittel zur Anpassung der Position der Mittel 53 zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe 52 relativ zur Ebene des Siebrahmens 51, in der das Siebgewebe 52 befestigt ist, aufweisen. Dies kann beispielsweise durch Vorsehen von Langlöchern oder eines Gewindes in oder an den Befestigungswinkeln 57 geschehen, in die dann entsprechende Befestigungsmittel der Mittel 53 zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe 52 eingreifen.

15 Um ein Abfließen der Ultraschallenergie über die Befestigungswinkel 57 in den Siebrahmen 51 zu vermeiden, kann optional zwischen Befestigungswinkeln 57 und Befestigungsmitteln der Mittel 53 zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe 52 ein Ultraschall dämpfendes Material, wie z.B. in der Figur 5 nicht erkennbare Scheiben oder rechteckförmige Platten aus Silikon, Gummi oder vergleichbaren Materialien eingesetzt werden.

25 Alternativ oder zusätzlich ist es auch möglich, die Verbindung unter Verwendung zwischen Befestigungswinkeln 57 und Mitteln 53 zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe 52 oder deren Befestigungsmitteln angeordneter mechanischer Entkopplungselemente auszugestalten, welche einen Filter für die angeregten Frequenzen darstellen. Derartige Entkopplungselemente sind aus dem Stand der Technik bekannt.

Bezugszeichenliste

	10, 20, 30, 40, 50	Vorrichtung zum Ultraschallsieben
	11, 21, 31, 41, 51	Siebrahmen
5	12, 22, 32, 42, 52	Siebgewebe
	13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b,	
	53	Mittel zur Einleitung von Ultra-
		schall
	53a	Träger
10	53b	Kreisring
	14, 24, 34, 44a, 44b, 54	Zufuhrschallleiter
	15, 25, 35, 45a, 45b, 55	Ultraschallkonverter
	26, 36a, 36b, 46a, 46b	Träger
	57	Befestigungswinkel
15	58, 58a, 58b	Ausbeulung
	61	Konverterhalterung

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10, 20, 30, 40)

mit einem Siebrahmen (11, 21, 31, 41),

5 mit einem im Siebrahmen (11, 21, 31, 41) angeordneten Sieb-
gewebe (12, 22, 32, 42),

mit mindestens einem Ultraschallkonverter (15, 25, 35, 45)

zur Erzeugung von Ultraschallschwingungen, und

10 mit mindestens einem Mittel (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) zur

Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe

(12, 22, 32, 42), wobei das Mittel (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b)

zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebge-

webe (12, 22, 32, 42) mit dem Ultraschallkonverter (15, 25,

35, 45) in schallleitender Verbindung steht,

15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

mindestens eines der Mittel (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) zur

Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe

(12, 22, 32, 42) relativ zum Siebgewebe (12, 22, 32, 42) derart

beweglich angeordnet ist, dass der Ort des Siebgewebes

20 (12, 22, 32, 42), an dem die Einleitung der Ultraschall-

schwingungen in das Siebgewebe (12, 22, 32, 42) durch die

Mittel (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) zur Einleitung der Ultra-

schallschwingungen in das Siebgewebe (12, 22, 32, 42) er-

folgt, durch Bewegung des Mittels (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b)

25 zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebge-

webe (12, 22, 32, 42) relativ zum Siebgewebe (12, 22, 32, 42)

veränderbar ist.

2. Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10, 20, 30, 40, 50) nach

30 Anspruch 1 oder nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass

wenigstens eines der Mittel (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b,

53) zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das

Siebgewebe (12,22,32,42,52) so auf dem oder unter dem Siebgewebe (12,22,32,42,54) angeordnet ist, dass es Druck auf das Siebgewebe (12,22,32,42,52) ausübt.

5 3. Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10,20,30,40,50) nach Anspruch 1 oder 2
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
die Mittel (13,23,33a,33b,43a,43b,53) zur Einleitung von
10 Ul-traschallschwingungen in das Siebgewebe (12,22,32,42,52) unabhängig vom Siebgewebe (12,22,32,42,52) gelagert oder fixiert sind, so dass Mittel und Siebgewebe (12,22,32,42,52), bevorzugt auch an ihren Kontaktflächen miteinander, relativ zueinander beweglich sind.

15 4. Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10,20,30,40,50) nach einem vorstehenden Anspruch,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
das Mittel (13,23,33a,33b,43a,43b,53) zur Einleitung der
Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12,22,32,42,
20 53) so beweglich ist, dass jede Stelle des Siebgewebes (12,22,32,42,52) mit einem Abschnitt des Mittels (13,23,33a,33b,43a,43b,53) zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12,22,32,42,52) in Kontakt gebracht werden kann.

25 5. Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10,20,30,40,50) nach einem vorstehenden Anspruch,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
das Siebgewebe (12,22,32,42,52) aus einem nichtmetallischen Material, insbesondere einem Kunststoff besteht.
30

6. Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10,20,30,40,50) nach einem vorstehenden Anspruch,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
das Siebgewebe (12,22,32,42,52) eine Maschenweite von
mehr als 300µm hat.

7. Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10,20,30,40) nach einem vorstehenden Anspruch,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
die Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10,20,30,40) ferner eine Antriebsvorrichtung zur Bewegung mindestens eines beweglichen Mittels (13,23,33a,33b,43a,43b) zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12,22,32,42) relativ zum Siebgewebe (12,22,32,42) aufweist.

8. Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10,20,30,40) nach einem vorstehenden Anspruch,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
der Siebrahmen (11,21,31,41) auf der Seite des Siebgewebes (12,22,32,42), auf der das bewegliche Mittel (13,23,33a,33b,43a,43b) zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12,22,32,42) angeordnet sind, mindestens einen Träger (26,36a,36b,46a, 46b) aufweist, an dem das bewegliche Mittel (13,23,33a,33b,43a,43b) zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12,22,32,42) beweglich gelagert ist und/oder an dem eine Antriebsvorrichtung zur Bewegung des beweglichen Mittels (13,23,33a,33b,43a,43b) zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe (12,22,32,42) angeordnet ist.

9. Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10,20,30,40) nach einem vorstehenden Anspruch,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
das bewegliche Mittel (13,23,33a,33b,43a,43b) zur Einlei-
5 t u n g v o n U l t r a s c h a l l i n d a s S i e b g e w e b e (12,22,32,42) r e -
l a t i v z u m S i e b g e w e b e (12,22,32,42) d r e h b a r i s t.

10. Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10,20,30,40) nach einem vorstehenden Anspruch,
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
das bewegliche Mittel (13,23,33a,33b,43a,43b) zur Einlei-
t u n g v o n U l t r a s c h a l l i n d a s S i e b g e w e b e (12,22,32,42) r e -
l a t i v z u m S i e b g e w e b e (12,22,32,42) s o a n g e o r d n e t i s t,
d a s s d a s b e w e g l i c h e M i t t e l (13,23,33a,33b,43a,43b) z u r
15 E i n l e i t u n g v o n U l t r a s c h a l l i n d a s S i e b g e w e b e
(12,22,32,42) o d e r e i n e A c h s e, u m d i e e s d r e h b a r i s t, i n
e i n e m W i n k e l z u z w i s c h e n 90° u n d 0° z u m S i e b g e w e b e s t e h t.

11. Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10,20,30,40) nach An-
20 s p r u c h 10,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
der Winkel, in dem das bewegliche Mittel (13,23,33a,33b,
43a,43b) zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe
(12,22,23,42) o d e r d i e A c h s e, u m d i e e s d r e h b a r i s t, z u m
25 S i e b g e w e b e (12,22,23,42) s t e h t, v e r ä n d e r b a r i s t.

12. Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10,20,30,40) nach einem vorstehenden Anspruch,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass das be-
30 w e g l i c h e M i t t e l (13,23,33a,33b,43a,43b) z u r E i n l e i t u n g
v o n U l t r a s c h a l l i n d a s S i e b g e w e b e (12,22,32,42) r e l a t i v
z u m S i e b g e w e b e (12,22,32,42) l i n e a r v e r s c h i e b b a r i s t.

13. Vorrichtung zum Ultraschallsieben (10, 20, 30, 40) nach einem vorstehenden Anspruch,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Kontaktfläche des beweglichen Mittels zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe eine gekrümmte Fläche ist.

14. Verfahren zum Ultraschallsieben, bei dem eine Vorrichtung (10, 20, 30, 40) mit einem Siebrahmen (11, 21, 31, 41), mit einem im Siebrahmen (11, 21, 31, 41) angeordneten Siebgewebe (12, 22, 32, 42), mit mindestens einem Ultraschallkonverter (15, 25, 35, 45a, 45b) zur Erzeugung von Ultraschallschwingungen, und mit mindestens einem Mittel (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12, 22, 32, 42), wobei das Mittel (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12, 22, 32, 42) mit dem Ultraschallkonverter (15, 25, 35, 45a, 45b) in schallleitender Verbindung steht, in einem Siebvorgang zumindest zeitweilig in einem Fluss des zu siebenden Materials angeordnet ist und bei dem im Verlauf des Verfahrens zumindest zeitweise das Siebgewebe (12, 22, 32, 42) durch das Mittel (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) zur Einleitung von Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12, 22, 32, 42) mit Ultraschallschwingungen angeregt wird,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass während des Verfahrens die Position des Mittels (13, 23, 33a, 33b, 43a, 43b) zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12, 22, 32, 42) relativ zum Siebgewebe (12, 22, 32, 42) verändert wird, so dass unterschiedliche Stellen des Siebgewebes (12, 22, 32, 42) zu Ultraschallschwingungen angeregt werden.

15. Verfahren nach Anspruch 14 oder dem Oberbegriff des Anspruchs 14,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
durch mindestens ein oder mehr Mittel (13,23,33a,33b,43a,
5 43b,53) zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das
Siebgewebe (12,22,32,42,52) von oben oder von unten Druck
auf das Siebgewebe (12,22,32,42,52) ausgeübt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15,

10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
mindestens ein oder mehr Mittel (13,23,33a,33b,43a,43b)
zur Einleitung der Ultraschallschwingungen in das Siebge-
webe (12,22,32,42) von oben oder von unten mit dem Sieb-
gewebe (12,22,32,42) in Kontakt gebracht werden und dass
15 die Mittel (13,23,33a,33b,43a,43b) zur Einleitung der
Ultraschallschwingungen in das Siebgewebe (12,22,32,42)
direkt oder indirekt über Zufuhrschallleiter (14,24,34,
44a,44b) mit einem oder mehreren Ultraschallkonvertern
(15,25,35, 45a,45b) in Kontakt gebracht werden.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
die Frequenz der Ultraschallanregung durch Durchfahren
eines oder mehrerer Frequenzbereiche, insbesondere des
25 oder der Frequenzbereiche, in denen Resonanzen der Vor-
richtung liegen, oder in denen Maxima der Leistungsauf-
nahme der Vorrichtung liegen variiert wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17,

30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
die Frequenz der Ultraschallanregung im Megaherzbereich
liegt.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der
Winkel, in dem das bewegliche Mittel (13, 23, 33a, 33b, 43a,
43b) zur Einleitung von Ultraschall in das Siebgewebe
5 (12, 22, 32, 42) zum Siebgewebe (12, 22, 32, 42) steht, verän-
dert wird.