

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 672 449 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
06.09.2000 Patentblatt 2000/36

(51) Int Cl.7: **B01F 7/04**

(21) Anmeldenummer: **95810119.8**

(22) Anmeldetag: **22.02.1995**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Aufschlännen, Emulgieren und/oder Mahlen**

Method and device for preparing a slurry, emulsifying or/and grinding

Procédé et dispositif pour délayage, émulsification et/ou broyage

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC NL
PT SE**

(30) Priorität: **17.03.1994 CH 79094**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.09.1995 Patentblatt 1995/38

(73) Patentinhaber: **Ceres Heilmittel AG
CH-8580 Hefenhofen (CH)**

(72) Erfinder:
• **Kalbermatten, Roger
CH-8580 Hefenhofen (CH)**

• **Buergi, Siegfried
CH-2540 Grenchen (CH)**
• **Rosenzweig, Michael
CH-8572 Berg (CH)**

(74) Vertreter: **Frei, Alexandra Sarah
Frei Patentanwaltsbüro
Postfach 768
8029 Zürich (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 160 570 AT-A- 389 242
BE-A- 332 265 BE-A- 410 149
DE-C- 239 974 DE-C- 411 741
GB-A- 595 261 US-A- 3 831 906

EP 0 672 449 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung liegt auf dem Gebiete der Mahl- und der Mischtechnik und betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung nach den Oberbegriffen der entsprechenden, unabhängigen Patentansprüche zum Aufschlännen, Emulgieren und/oder Mahlen von hochempfindlichen pflanzlichen oder tierische, feste und/oder flüssige Materialien eignet.

[0002] Mit Aufschlännen soll im folgenden ein Prozess bezeichnet werden, in dem aus einem Gemisch von festen Teilen und Flüssigkeit unter Zerkleinerung der festen Teile eine makroskopisch möglichst homogene Aufschlämmung (Brei) erstellt wird. Mit Emulgieren soll ein Prozess bezeichnet werden, in dem aus Bereichen unmischbarer Flüssigkeiten eine makroskopisch homogene Emulsion hergestellt wird.

[0003] Es gibt verschiedene Methoden, um inhomogene Gemische bestehend aus festen Teilen (z.B. Pflanzenteile, wie Blätter, Stengel oder Teile von Wurzeln) und einer Flüssigkeit (z.B. Wasser) derart zu vermengen und zu verreiben, dass eine relativ homogene und relativ stabile Aufschlämmung in Form eines Breis entsteht, der zu weiteren Verarbeitungszwecken verwendet werden kann.

[0004] Beispielsweise wird das Pflanzenmaterial allein mit einer hochtourigen Schneidmaschine, wie sie für das Zerkhacken von Fleisch verwendet wird, fein zerkleinert und das so entstandene, zerhackte Material für die weitere Aufbereitung, z.B. Gärung oder Fermentation, mit der Flüssigkeit verrührt. Man kann auch Pflanzenteile mit einem Stabmixer in einem Behälter direkt unter Zusatz einer Flüssigkeit zu einem Brei verarbeiten.

[0005] Gerade bei der Verarbeitung von frischen Pflanzenteilen hat sich aber gezeigt, dass solche bekannte Methoden mit erheblichen Nachteilen belastet sind. Will man zum Beispiel Präparate aus frischen Pflanzen herstellen, so ist es nicht nur wichtig, die Pflanzen oder Pflanzenteile genügend fein zu zerkleinern, sondern es muss auch dafür gesorgt werden, dass beispielsweise die Wirk- und Aromastoffe freigesetzt werden. Durch das Zerkhacken mit hochtourigen, scharfkantigen Messerrädern oder hochtourigen Mixern werden für die Freisetzung der gewünschten Stoffe die feinen Strukturen oft in nur ungenügender Weise aufgeschlossen, z.B. werden nur diejenigen Zellen aufgebrochen, die gerade an der Schnittkante liegen, während die anderen intakt bleiben und die Stoffe nicht freigeben.

[0006] Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass durch hohe Drehzahlen, also hohe Werkzeuggeschwindigkeiten, das Pflanzenmaterial örtlich erwärmt und dadurch die Qualität des Produktes beeinträchtigt werden kann.

[0007] Ebenso werden Emulsionen durch Zerkleinerung der Tropfen der verschiedenen, nicht mischbaren Flüssigkeiten mit schnellaufenden, oft scharfen Werkzeugen hergestellt, wobei die örtliche Erwärmung, insbesondere bei der Verarbeitung von hochviskosen und hochempfindlichen Flüssigkeiten, wie z.B. Eiweiss, ebenfalls zum Problem werden kann.

[0008] Die oben genannten Probleme treten weniger auf, wenn mit einem Mörser, bestehend aus Mörserschale und Pistill hochempfindliche Materialien von Hand und mit an das Material angepasster Kraft und Geschwindigkeit zerkleinert werden. Das Aufbereiten von Pflanzenmaterialien mit dem Mörser erfordert aber viel Zeit und eine enorme körperliche Leistung des Menschen. Zudem muss das Material für die Bearbeitung im Mörser vorzerkleinert sein.

[0009] In der europäischen Patentanmeldung Nr. A2 0 040 182 wird auch ein motorisch angetriebener Mörser beschrieben, in welchem in einem sich drehenden Mahlgefäß (Mörserschale) ein schwerer Mahlkörper (Pistill) in Form einer Walze oder eines Kegels liegt, der im Mahlgefäß frei abrollt, sodass das Material zwischen Mahlgefäß und Mahlkörper zerquetscht wird. Mit einem derartigen Mörser kann zwar schonend zerkleinert (gemahlen), nicht aber aufgeschlännt und emulgiert werden.

[0010] In der Publikation AT-389242 ist eine Mahl vorrichtung beschrieben, in der in einem Durchlaufprozess Festkörper, insbesondere Mineralien und Sinterprodukte zerkleinert werden in einem Mahlsplatt, der ähnlich wie bei einem Mörser aus einer konkaven und einer konvexen Mahlfäche gebildet wird, wobei die beiden Mahlfächen im Mahlsplatt verschiedene Geschwindigkeiten haben. Durch diese Ausgestaltung des Mahlsplattes wird dieser verlängert und entstehen auf das Mahlgut wirkende Scherkräfte.

[0011] Es sind beispielsweise aus der Publikation EP-A2-0160570 auch Vorrichtungen zum Kneten von hochviskosen, nicht fließenden Kunststoffmaterialien bekannt, die gegenläufig rotierende Paare von Rotoren aufweisen, wobei die Rotoren aus gegeneinander verdreht angeordneten, flachen Rotorelementen bestehen und die Mantelflächen dieser Rotoren alternierende konvexe und konkave Bereiche aufweisen. Durch diese Ausgestaltung der Mantelflächen werden Kammern gebildet, in denen Material gefangen und dann beidseitig aus spaltförmigen Öffnungen als dünne Schicht ausgepresst werden. Die ausgepressten Schichten werden mindestens einseitig gestaucht und wieder in Kammern aufgenommen, um wieder ausgepresst zu werden, wodurch sich ein kontinuierlicher Knetprozess ergibt. Das nicht fließende Material wird mit hohen Kräften durch derartige Vorrichtungen forciert; zum Rühren sind derartige Vorrichtungen nicht geeignet.

[0012] Die Erfindung stellt sich die Aufgabe, ein Verfahren aufzuzeigen und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen, mit denen Gemische bestehend aus festen Teilen und Flüssigkeit, bestehend aus festen Teilen und mehreren, unmischbaren Flüssigkeiten oder bestehend aus unmischbaren Flüssigkeiten in einem Arbeitsschritt zu möglichst homogenen Aufschlämmungen oder Emulsionen verarbeitet werden können, mit denen aber auch feste Stoffe gemahlen werden können. Verfahren und Vorrichtung sollen insbesondere vorteilhaft anwendbar sein für hoch-

empfindliche Materialien. Dabei sollen die empfindlichen Bestandteile nicht durch örtliche Erwärmung zu Schaden kommen. Ferner sollen die Feinstrukturen derart bearbeitet werden, dass eine möglichst intensive Interaktion zwischen den einzelnen Teilen der zu bearbeitenden Materialien möglich wird, sodass beispielsweise lösliche Bestandteile möglichst vollständig in die Flüssigkeit übergehen. Die erfindungsgemässe Vorrichtung soll insbesondere vorteilhaft anwendbar sein für eine schonende Bearbeitung hochempfindlicher, pflanzlicher und tierischer Materialien. Sie soll auch anwendbar sein für faserige und zähe feste Teile und für hochviskose Flüssigkeiten. Die erfindungsgemässe Vorrichtung soll ferner derart ausgestaltet sein, dass sie weitgehend unabhängig vom Behälter ist, in dem das zu bearbeitende Material enthalten ist, und dass sie einfach an verschiedene Anwendungen anpassbar ist.

[0013] Diese Aufgabe wird gelöst durch das Verfahren und die Vorrichtung, wie sie in den Patentansprüchen definiert sind.

[0014] Nach dem erfindungsgemässen Verfahren werden in einem rhythmisch wechselnden Mahl/Rührvorgang auf die zu zerkleinernden festen Teile oder Tropfen des zu bearbeitenden Materials rhythmisch Presskräfte, Deformationskräfte und Scherkräfte ausgeübt, wobei die Krafteinwirkung rhythmisch unterbrochen wird von Verweilzeiten in der Flüssigkeit. Durch die Krafteinwirkung werden die Festkörperteile in mahlender Weise zerkleinert, das heisst eigentlich zerquetscht, zerdehnt und zerrissen (nicht zerschnitten), während Flüssigkeit, die an den Festkörperoberflächen haftet und/oder in die festen Teile eingedrungen ist, mit darin gelösten Stoffen ausgepresst wird. In den Verweilzeiten wird die ausgepresste Flüssigkeit ersetzt und werden durch das Quetschen und Zerreißen neu entstandene Oberflächen benetzt und/oder neu zugängliche Bereiche des Innern der festen Teile mit Flüssigkeit in Interaktion gebracht.

[0015] Für die Erstellung von Emulsionen ist das oben Erläuterte für Tropfen entsprechend anwendbar. Für einen reinen Mahlvorgang fällt die Interaktion mit der Flüssigkeit weg.

[0016] Die erfindungsgemässe Vorrichtung ist inspiriert durch den natürlichen Prozess des Kauens, wie er insbesondere durch Kühe beim Wiederkäuen durchgeführt wird. Dabei werden Pflanzen oder Pflanzenteile zwischen den mit ineinander passenden Höckern und Mulden versehenen Kauflächen der Zähne gepresst, zermahlen und zerrissen und im Munde mit Speichel vermischt. Das Pflanzenmaterial wird dabei nicht nur makroskopisch zerkleinert sondern auch mikroskopische Strukturen werden aufgeschlossen, sodass beispielsweise Wirkstoffe und Aromastoffe zugänglich werden. Es ist dabei zu beobachten, dass die Kuh diesen Kauvorgang rhythmisch ausführt. Man muss daraus folgern, dass durch den Wechsel zwischen aktivem Kauen zwischen den Zähnen und dem entspannenden Bewegen im Maul (z.B. durch die Zunge) ein wesentlicher Beitrag zur Qualität des Pflanzenbreis geleistet wird. Auf diese Weise wird im Beispiel der Natur ein Pflanzenbrei hoher Qualität zur nachfolgenden Weiterverarbeitung (Verdauung) erzeugt.

[0017] Die erfindungsgemässe Vorrichtung besitzt rotierende "Zähne" (im Sinne von stumpfen Kauzähnen, wie die oben erwähnten Kauzähne einer Kuh), deren "Kauflächen" rhythmisch miteinander in Interaktion treten und dabei die geforderten Kräfte auf das zu mischende und zu zerkleinernde Material ausüben. Durch die Rotation sorgen die "Zähne" gleichzeitig für eine Zuführung des Materials zwischen die "Zähne" und für eine Durchmischung des die "Zähne" umgebenden Materials. Eine Interaktion zwischen "Zähnen" und Gefässwand ist nicht vorgesehen.

[0018] Die erfindungsgemässe Vorrichtung weist mindestens zwei Mahl/Rührkörper auf, die um zwei parallele Achsen in gegenläufigem Drehsinn rotieren und deren Oberflächen eine oder mehrere in sich geschlossene Mahlflächen bilden, die durch die Rotationsbewegung paarweise miteinander an einer sich verengenden Mahlstelle mahlend in Interaktion treten. Die Mahl/Rührkörper sind dabei paarweise derart ausgestaltet, angeordnet und angetrieben, dass sich die Mahlflächen eines interagierenden Mahlflächenpaares zur Zuführung des zu bearbeitenden Materials zur entsprechenden Mahlstelle gleichsinnig gegen diese bewegen, dass die zwei Mahlflächen sich vor der Mahlstelle zur Erzeugung von Presskräften gegeneinander bewegen, dass zur Erzeugung von Deformationskräften die eine der Mahlflächen im Bereiche der Mahlstelle konkav und die andere konvex ist und dass zur Erzeugung der Scherkräfte die beiden Mahlflächen in Bezug auf die Mahlstelle sich in derselben Richtung aber mit verschiedenen Geschwindigkeiten bewegen.

[0019] Verschiedene, beispielhafte Ausführungsformen der erfindungsgemässen Vorrichtung sollen anhand der folgenden Figuren detailliert beschrieben werden.

Dabei zeigen:

Figur 1 ein Paar von Mahl/Rührkörpern einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung in perspektivischer Darstellung;

Figur 2 die beiden Mahl/Rührkörper der Ausführungsform gemäss Figur 1 als Draufsicht parallel zu den Rotationsachsen;

Figur 3 ein Paar von Mahl/Rührelementen der Ausführungsform gemäss Figur 1 als Draufsicht parallel zu den Rotationsachsen;

Figuren 4a bis 4k das Paar von Mahl/Rührelementen der Figur 3 in verschiedenen Rotationspositionen;

Figur 5 eine weitere Ausführungsform von Mahl/Rührelementen.

[0020] **Figur 1** zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung. Die Vorrichtung weist zwei Mahl/Rührkörper A und B auf, die in ihrer entsprechenden, gegenseitigen Anordnung dargestellt sind. Auch die beiden parallelen Rotationsachsen X und Y mit ihren Rotationsrichtungen sind dargestellt. Da die mechanische Aus-

führung der Achsen und ihre Verbindung zu einem entsprechenden Antrieb von einem Fachmann ohne Schwierigkeiten ausgelegt und realisiert werden kann, sind diese Teile der Vorrichtung nicht dargestellt.

[0021] Die relative Rotation der beiden Mahl/Rührkörper A und B, wie sie durch die beiden Achsen X und Y und die beiden Drehrichtungen dargestellt ist, kann auch verstanden werden als Rotation des Mahl/Rührkörpers B um die Rotationsachse X bei gleichzeitiger Rotation des Körpers B um die Rotationsachse Y und bei stationärem Körper A. Die Rotationsgeschwindigkeiten um die Achsen X und Y sind unabhängig von der Art der Rotation gleich gross zu wählen.

[0022] Die beiden Mahl/Rührkörper A und B bestehen aus je einer Mehrzahl, beispielsweise sechs, Mahl/Rührelementen A.1-6 und B.1-6 die alle dieselbe Form haben. Die Elemente sind als Scheiben mit zwei parallelen Hauptflächen H und H' ausgebildet und besitzen eine zweizählige Symmetrieachse, die mit der Rotationsachse (X bzw. Y) zusammenfällt, das heisst, jedes Mahl/Rührelement ist nach einer Drehung um 180° um die Rotationsachse mit sich selbst deckungsgleich. Die Elemente A.1-6 bzw. die Elemente B.1-6 sind schraubenförmig auf der Rotationsachse X bzw. Y angeordnet, wobei die beiden Schrauben gleiche Steigungen aber einander entgegengesetzte Windungssinne aufweisen.

[0023] Die die beiden Hauptflächen H und H' je eines Mahl/Rührelementes verbindenden Mantelflächen M stellen die Mahlflächen dar. Ihre Interaktion soll anhand der Figuren 4a bis 4k erläutert werden.

[0024] **Figur 2** stellt die beiden Mahl/Rührkörper A und B der Figur 1 als Draufsicht parallel zu den Rotationsachsen dar. Aus dieser Darstellung ist die durch die Mahlflächen MA und MB der Mahl/Rührelemente A.1 und B.1 in der momentanen Rotationsstellung gebildete Mahlstelle MS sichtbar. Jedes weitere Paar von Mahl/Rührelementen bildet ebenfalls eine Mahlstelle. Die Breite der Mahlstelle, das heisst der Abstand der beiden Mahlflächen MA und MB an der engsten Stelle ist gegeben durch die Abmessungen der Mahl/Rührelemente und durch den Abstand d der Rotationsachsen X und Y. Er kann auch abhängig sein von der Rotationsposition der beiden Elemente. Bei gegebenen Mahlelementen A.1 und B.1 kann die Breite der Mahlstelle durch Einstellung des Abstandes d zwischen den Rotationsachsen X und Y variiert werden, wobei Mittel zu einer solchen Einstellung an sich bekannt und deshalb nicht dargestellt sind.

[0025] Durch eine anwendungsspezifische Einstellung des Abstandes d kann der Aufschlammungs-, Emulgier- oder Mahlprozess an bestimmte Anwendungen angepasst werden. Durch Einstellung einer Mahlstellenbreite, die in jedem Falle grösser ist als der Durchmesser körniger Anteile des zu bearbeitenden Materials wird es möglich, dass die Zerkleinerung solcher körniger Teile (z.B. Samenkörner) verhindert wird. Durch eine kontinuierliche Verkleinerung des Abstandes d während dem Aufschlammungs- oder Emulgierprozess kann dieser an die sich während dem Prozess verändernde Grösse der festen Teile kontinuierlich angepasst werden. Dadurch wird es möglich, dass auch grobe Körner zum Beispiel zu Beginn des Mahlprozesses (bei relativ breiter Mahlstelle oder Mahlstellen) nur geringfügig in den Mahlprozess miteinbezogen werden, so dass die Belastung des Mahlwerkes nicht durch ein Verklemmen grober Teile zwischen den Mahlwerkzeugen oder in der beim Mahlvorgang entstehenden Mahltaschen zum Stillstand führt.

[0026] **Figur 3** zeigt ein Paar A.1/B.1 der Mahl/Rührelemente der Mahl/Rührkörper gemäss Figuren 1 und 2. In der Figur ist zudem mit Pfeilen angedeutet, welche Bewegungen und Wirbel die Rührwirkung der rotierenden Mahl/Rührelemente in dem sie umgebenden Material erzeugt. Zusätzlich wird durch die beiden sich von derselben Seite (Einzugsbereich E) gegen die Mahlstelle bewegend Mahlflächen MA und MB das zu bearbeitende Material gegen und in die Mahlstelle MS bewegt. Es zeigt sich, dass die erzeugten Bewegungen im zu bearbeitenden Material einerseits ein rhythmisches Abwechseln zwischen Passieren durch die Mahlstelle MS (Mahlphase) und Erholphase während einer Bewegung um die Mahl/Rührelemente herum gewährleisten und andererseits auch bei relativ kleinen Rotationsgeschwindigkeiten genügen, um eine kontinuierliche Homogenisierung des Materials zu bewirken.

[0027] Die Geschwindigkeiten der Mahlflächen in der Mahlstelle sind abhängig von der Rotationsgeschwindigkeit der Mahlkörper und von den Abständen von den Rotationsachsen der die Mahlstelle bildenden Mahlflächenstellen. Diese Geschwindigkeiten sind an die Empfindlichkeit des zu bearbeitenden Materials anzupassen. Experimente haben gezeigt, dass insbesondere die Differenz der Mahlflächen-Geschwindigkeiten an der Mahlstelle ein wichtiger Bearbeitungsparameter ist. Geschwindigkeitsdifferenzen in der Grössenordnung von 0,3 bis 1 m/sec haben für hochempfindliche Materialien sehr gute Resultate ergeben.

[0028] **Figuren 4a bis 4k** zeigen nun zur Illustration des Mahlvorganges ein Paar von Mahl/Rührelementen A.1 und B.1 wie sie bereits im Zusammenhang mit den Figuren 1 bis 3 beschrieben wurden, in verschiedenen Rotationspositionen während einer vollen Umdrehung der beiden Elemente. Es ist aus der Figur ersichtlich, dass während einer Umdrehung der Mahlelemente die verschiedensten Mahlsituationen entstehen, das heisst mit anderen Worten, dass für Bestandteile des zu verarbeitenden Materials nicht nur ein rhythmisches Abwechseln zwischen Mahlphase und

Erholungsphase stattfindet, sondern auch ein rhythmisches Wechseln der eingangs bereits erwähnten Press-, Quetsch-, Deformations- und Schervorgänge.

[0029] Die die Mahlstelle MS bildenden Bereiche der Mahlflächen MA und MB variieren durch ihren Abstand von der Rotationsachse, was ihre Geschwindigkeit bestimmt, und durch ihre Form (konkav oder konvex), was ihre Deformationswirkung bestimmt. An den verschiedenen Stadien der Figur 4 können die folgenden Teilmahlvorgänge beobachtet werden:

- In der Phase a wird die Mahlstelle durch zwei konvexe Mahlflächen gebildet, sodass keine Deformationswirkung entsteht. Die Deformationswirkung nimmt bis zur Phase e zu und nimmt von Phase h an wieder ab.
- In der Phase a haben die beiden Mahlflächen etwa die gleiche Geschwindigkeit, sie üben also keine oder eine sehr kleine Scherwirkung aus. Die Scherwirkung nimmt bis zur Phase e zu und von Phase h an wieder ab. Das Maximum an Scherwirkung entsteht bei grösstem Unterschied der Abstände der Mahlstelle von den beiden Rotationsachsen, was bei der vorliegenden Ausführungsform einem Verhältnis von ca. 1:3 entspricht, und womit gute Resultate erzeugt worden sind.
- Zwischen den Phasen a und e wird im Einzugsbereich E der Mahlstelle eine Art Mahltasche kontinuierlich verengt, wodurch Presskräfte entstehen, die die Flüssigkeit langsam aus den festen Teilen des zu bearbeitenden Materials pressen.
- In Phase g erweitert sich die Mahlstelle vorübergehend, sodass sie von dem zu verarbeitenden Material oder von Flüssigkeit allein durchspült und so gereinigt wird.

[0030] Aus den Figuren 4a bis 4k ist auch ersichtlich, dass das Paar von Mahl/Rührelementen A.1/B.1 gegenläufig aber in beiden Drehrichtungen rotieren kann. Für die Rotationsachsen X und Y mit den in der Figur 4a angegebenen Drehrichtungen gilt die Phasenabfolge in der Reihenfolge a bis k. Für die umgekehrten Drehrichtungen (Rotationsachsen X' und Y' in Figur 4k) gilt die Reihenfolge k bis a, wobei in beiden Abfolgen gleiche Mahlsituationen durchlaufen werden.

[0031] Die Wirkung der schraubenartigen Anordnung der Mahl/Rührelemente auf gemeinsamen Rotationsachsen, wie sie im Zusammenhang mit den Figuren 1 und 2 beschrieben wurde, kann ebenfalls aus der Abfolge der Figuren 4a bis 4k erklärt werden, wenn diese nicht als zeitliche Abfolge sondern als relative Stellungen auf der Rotationsachse benachbart angeordneter Paare von Mahl/Rührelementen betrachtet wird. Es ist dabei ersichtlich, dass aus dem sich zwischen den Phasen a bis e verengenden Einzugsbereich E Flüssigkeit nur in einer Richtung abfliessen kann, nämlich gegen das benachbarte Paar mit einem noch weiteren Einzugsbereich. Das heisst mit anderen Worten, dass durch eine derartige schraubenförmige Anordnung der Mahl/Rührelemente eine weitere Bewegung des zu bearbeitenden Materials und zwar mit einer Komponente parallel zu den Rotationsachsen erzeugt wird, was sich zusätzlich positiv auf die Homogenisierung der Aufschlammung oder Emulsion auswirkt.

[0032] Zu der in den Figuren 1 bis 4 dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung sind mannigfache Variationen vorstellbar. Beispielsweise können die Mahlflächen (M, Fig. 1) schief zu den Hauptflächen (H und H', Fig. 1) angeordnet sein. Es sind Anordnungen mit mehr als zwei Mahl/Rührkörpern vorstellbar, wobei diese paarweise mit je zwei parallelen Rotationsachsen oder in Gruppen zu mehr als zwei Körpern angeordnet sind, wobei die zugehörigen Rotationsachsen parallel und äquidistant sind und jeder Körper mit mehr als einem anderen Körper in Interaktion stehen kann.

[0033] Variationen sind auch denkbar, dadurch dass die Mahl/Rührkörper nicht aus einzelnen Mahl/Rührelementen bestehen, sondern einstückig sind und beispielsweise nicht eine "Stufenschraube" (Figur 1) sondern eine kontinuierliche Schraube darstellen, deren Querschnitt aber auf jeder achsialen Position der Form eines Mahl/Rührelementes gemäss Figur 3 darstellt. Offensichtlich ist die Herstellung eines derartigen Schraubenkörpers aber bedeutend aufwendiger.

[0034] Weitere Variationen sind denkbar, dadurch dass das Verhältnis des grössten zum kleinsten Abstand zwischen Mahlfläche und Rotationsachse anders als 1:3 (gemäss Figuren 1 bis 4) ist. Dadurch wird einerseits die maximal erreichbare Scherwirkung beeinflusst und andererseits auch die mechanischen Eigenschaften der Mahl/Rührelemente. Je grösser der Unterschied der beiden Abstände wird, desto höhere Scherwirkungen werden erzielt, aber desto eingeschnürter werden die Elemente. Gute Resultate sind erzielt worden mit Abstandsverhältnissen von 5:1 bis 1,5:1, insbesondere 3:1 bis 2:1.

[0035] Als weitere Variation ist es vorstellbar, dass die einzelnen Mahl/Rührelemente voneinander beabstandet auf der Rotationsachse angeordnet sind und beispielsweise ihre Hauptflächen nicht oder nur teilweise senkrecht zur Rotationsachse verlaufen. Dabei können schiefe oder geschweifte Hauptflächen eine erhöhte Rührwirkung erzielen. Es ist auch vorstellbar, dass nur die Elemente des einen Mahl/Rührkörpers voneinander beabstandete Elemente mit schiefen oder geschweiften Hauptflächen aufweist, während der andere Körper ausgestaltet ist wie in den Figuren 1 und 2 dargestellt.

[0036] **Figur 5** zeigt eine weitere, beispielhafte Ausführungsform eines Paares von Mahl/Rührelementen. Es handelt

sich dabei um eine Form, die nicht nur, wie die Ausführungsform gemäss den Figuren 1 bis 5, eine zweizählige Symmetrieachse aufweist sondern ebenfalls zwei Symmetrieebenen S.1 und S.2. Betrachtungen, wie sie im Zusammenhang mit den Figuren 4a bis 4k angestellt wurden, an derartigen höher symmetrischen Mahl/Rührkörpern oder -elementen ergeben, dass bei der spiegelsymmetrischen Ausführungsform die muldenförmige Ausgestaltung des Einzugsbereiches weniger stark ist als bei einer Ausführungsform gemäss Figuren 1 bis 4, wodurch die Mahlcharakteristik, insbesondere deren Pressaspekt, leicht verändert wird. Zudem wird in einer spiegelsymmetrischen Ausgestaltung der am Mahlvorgang aktiv beteiligte Anteil der Mahlflächen geringer, was den Mahlvorgang etwas weniger effizient macht.

Patentansprüche

1. Verfahren zum schonenden Aufschlännen, Emulgieren und/oder Mahlen von hochempfindlichen, insbesondere pflanzlichen oder tierischen Materialien, in welchem Verfahren das zu verarbeitende Material bestehend aus festen Teilen, aus festen Teilen und einer Flüssigkeit, aus festen Teilen und mehreren nicht mischbaren Flüssigkeiten oder bestehend aus mehreren nicht mischbaren Flüssigkeiten mittels rotierenden Mahl/Rührkörpern gerührt und an einer sich verengenden Mahlstelle (MS) zwischen Bereichen von zwei in sich geschlossenen, um Rotationsachsen (X, Y) rotierenden Mahlflächen (MA, MB) bearbeitet wird,

wobei zur Zuführung des zu bearbeitenden Materials zur Mahlstelle (MS) und zur Erzeugung von pressenden Kräften auf die Bestandteile des zu bearbeitenden Materials die zwei Mahlflächen (MA, MB) von der gleichen Seite und sich einander nähernd zur mindestens einen Mahlstelle (MS) bewegt werden,

wobei zur Erzeugung scherender Kräfte auf die Bestandteile des zu bearbeitenden Materials die beiden Mahlflächen (MA, MB) mindestens zeitweise mit verschiedenen Geschwindigkeiten durch die Mahlstelle (MS) bewegt werden,

wobei zur Erzeugung von deformierenden Kräften auf die Bestandteile des zu bearbeitenden Materials im Bereiche der Mahlstelle (MS) mindestens zeitweise die eine Mahlfläche konkav und die andere konvex ist, wobei das zu bearbeitende Material die rotierenden Mahlflächen (MA, MB) umgibt und durch diese senkrecht zu den Rotationsachsen (X, Y) bewegt wird,

wobei die Bearbeitung durch die zuführenden, pressenden, scherenden und deformierenden Kräfte in einem Rhythmus sich ändernder Mahlphasen abläuft

und wobei dieser Rhythmus in einer Mehrzahl von in Richtung der Rotationsachsen (X, Y) benachbarten Mahlstellen (MS) phasenverschoben ist, derart, dass das zu bearbeitende Material auch parallel zu den Rotationsachsen (X, Y) bewegt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch Veränderung des Abstandes der Mahlflächen (MA, MB) an den Mahlstellen (MS) während dem Aufschlännungs-, Emulgier- und/oder Mahlprozess die Bearbeitungskräfte verändert werden.

3. Vorrichtung zum schonenden Aufschlännen Emulgieren und/oder Mahlen von hochempfindlichen Materialien, insbesondere von pflanzlichen oder tierischen Materialien nach dem Verfahren gemäss Anspruch 1 oder 2, welche Vorrichtung mindestens zwei Mahl/Rührkörper (A, B) und keine an die Mahl/Rührkörper (A, B) angepasste Gefässwand aufweist,

wobei die Mahl/Rührkörper (A, B) paarweise um zwei parallele Rotationsachsen (X, Y) in gegenläufigem Drehsinn rotierend antreibbar sind und ihre Oberflächen paarweise an einer Mahlstelle (MS) mahlend interagierende, in sich geschlossene Mahlflächen (MA, MB) aufweisen, die rotierende stumpfe Kauzähne bilden, wobei die Mahlflächen (MA, MB) der Mahl/Rührkörper (A, B) derart ausgebildet und relativ zueinander angeordnet sind, dass sie sich einander nähernd und in gleicher Richtung gegen die Mahlstelle bewegen und derart dass mindestens zeitweise zwei Mahlflächenbereiche mit verschiedenen Abständen von den Rotationsachsen (X, Y) und mindestens zeitweise ein konkaver und ein konvexer Mahlflächenbereich die mindestens eine Mahlstelle (MS) bilden,

wobei die Mahlflächen (MA, MB) derart ausgebildet sind, dass durch die Rotation ein Rhythmus von verschiedenen Mahlphasen entsteht

und wobei die Mahl/Rührkörper (A, B) schraubenförmig ausgebildet sind, derart, dass in Richtung der Rotationsachsen (X, Y) eine Mehrzahl von Mahlstellen (MS) entsteht, in welchen Mahlstellen (MS) der Rhythmus der Mahlphasen phasenverschoben abläuft.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mahl/Rührkörper (A, B) aus einer Anzahl von

gleichen Mahl/Rührelementen (A.1-6, B.1-6) besteht, die auf den Rotationsachsen (X, Y) schraubenförmig angeordnet sind, und dass die Mahlflächen (MA, MB) der Mahl/Rührelemente parallel zu den Rotationsachsen (X, Y) sind.

- 5 5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verhältnis zwischen maximalem Abstand von Mahlfläche (MA, MB)) und Rotationsachse (X, Y) und minimalem Abstand zwischen Mahlfläche und Rotationsachse an einem Mahl/Rührkörper (A, B) oder an einem Mahl/Rührelement 3:1 bis 2:1 beträgt.
- 10 6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass Schnitte durch Mahl/Rührkörper (A, B) oder Mahl/Rührelemente (A.1-6, B.1-6) senkrecht zu den Rotationsachsen (X, Y) eine 2-zählige, mit der Rotationsachse zusammenfallende Symmetrieachse aufweisen.
- 15 7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schnitte durch Mahl/Rührkörper (A, B) oder Mahl/Rührelemente (A.1-6, B.1-6) senkrecht zu den Rotationsachsen (X, Y) zwei Symmetrieebenen (S.1, S.2) aufweisen.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeder der Mahl/Rührkörper (A, B) eines Paares um je eine Rotationsachse (X, Y) rotierend antreibbar ist.
- 20 9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass von einem Paar von Mahl/Rührkörpern (A, B) der eine stationär ist und der andere um den einen und um sich selbst rotierend antreibbar ist.
- 25 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Abstand (d) zwischen den Rotationsachsen (X, Y) einstellbar ist.

Claims

- 30 1. Method for suspending, emulsifying and/or grinding in a gentle manner highly sensitive materials, in particular vegetable or animal materials, in which method the material to be processed and consisting of solid parts, of solid parts and a liquid, of solid parts and several not mixable liquids or consisting of several not mixable liquids is stirred using rotating grinding/stirring bodies and is processed in a narrowed grinding location (MS) between regions of two grinding surfaces (MA, MB) being closed in themselves and rotating around rotation axes (X, Y),

35 wherein for feeding the material to be processed into the grinding location (MS) and for generating pressing forces acting on the material components, the two grinding surfaces (MA, MB) are moved to the at least one grinding location (MS) from the same side and approaching each other,

wherein for generating shearing forces acting on the material components, at least temporarily the two grinding surfaces are moved through the grinding location (MS) at different speeds,

40 wherein for generating deforming forces acting on the material components, at least temporarily one of the two grinding surfaces in the region of the grinding location (MS) is convex and the other one is concave,

wherein the material to be processed surrounds the rotating grinding surfaces (MA, MB) and is moved by these perpendicular to the rotation axes (X, Y),

wherein processing by the feeding, pressing, shearing and deforming forces proceeds in a rhythm of changing grinding phases,

45 and wherein this rhythm is phase-displaced in a plurality of grinding locations (MS) juxtaposed in the direction of the rotation axes such that the material to be processed is moved also in parallel to the rotation axes (X, Y).
- 50 2. Method according to claim 1, **characterized** in that during suspending, emulsifying and/or grinding the processing forces are varied by varying the distance between the grinding surfaces (MA, MB) in the grinding locations (MS).
- 55 3. Device for suspending, emulsifying and/or grinding in a gentle manner highly sensitive materials, in particular vegetable or animal materials, using the method according to claim 1 or 2, which device comprises at least two grinding/stirring bodies (A, B) and no vessel wall matched to the grinding/stirring bodies (A, B),

wherein the grinding/stirring bodies (A, B) are drivable in pairs to rotate around two parallel rotation axes in opposing directions and the surfaces of the grinding/stirring bodies comprise grinding surfaces which are closed in themselves and interact in pairs in a grinding manner in a grinding location (MS) and form rotating

blunt molar teeth,

wherein the grinding surfaces (MA, MB) of the grinding/stirring bodies (A, B) are designed and arranged in relation to each other such that they move approaching each other and in the same direction towards the grinding location and such that the grinding location (MS) is at least temporarily formed by two grinding surface regions having different distances from the rotation axes (X, Y) and at least temporarily by a concave and a convex grinding surface region,

wherein the grinding surfaces (MA, MB) are designed such that rotation causes a rhythm of different grinding phases,

and wherein the grinding/stirring bodies (A, B) are designed screw-shaped such forming in the direction of the rotation axes (X, Y) a plurality of grinding locations (MS) in which the rhythm of the grinding phases is phase-displaced.

4. Device according to claim 3, **characterized** in that the grinding/stirring bodies (A, B) consist of a plurality of similar grinding/stirring elements (A.1-6, B.1-6) which are arranged on the rotation axes in screw form and that the grinding surfaces (MA, MB) of the grinding/stirring elements are parallel to the rotation axes (X, Y).

5. Device according to claim 3 or 4, **characterized** in that the ratio of maximal distance between grinding surface (MA, MB) and rotation axis (X, Y) to minimal distance between grinding surface and rotation axis on a grinding/stirring body (A, B) or on a grinding/stirring element is 3:1 to 2:1.

6. Device according to one of claims 3 to 5, **characterized** in that sections through grinding/stirring bodies (A, B) or grinding/stirring elements (A.1-6, B.1-6) perpendicular to the rotation axis (X, Y) have a dual symmetry axis coinciding with the rotation axis.

7. Device according to claim 6, **characterized** in that sections through grinding/stirring bodies (A, B) or grinding/stirring elements (A.1-6, B.1-6) perpendicular to the rotation axis (X, Y) have two symmetry planes (S.1, S.2).

8. Device according to one of claims 3 to 7, **characterized** in that each grinding/stirring body (A, B) of a pair is drivable to rotate around a rotation axis (X, Y).

9. Device according to one of claims 3 to 7, **characterized** in that of a pair of grinding/stirring bodies (A, B) one is stationary and the other one is drivable to rotate around the stationary one and around itself.

10. Device according to one of claims 3 to 9, **characterized** in that the distance (d) between the rotation axes (X, Y) is adjustable.

Revendications

1. Procédé pour la mise en suspension, la mise en émulsion et/ou le broyage en conditions modérées de matériaux très sensibles, en particulier végétaux ou animaux, procédé dans lequel le matériau à traiter, constitué de particules solides, de particules solides et d'un liquide, de particules solides et de plusieurs liquides non miscibles ou constitué de plusieurs liquides non miscibles, est brassé au moyen de corps rotatifs de broyage/brassage et est traité en un emplacement de broyage (MS) allant en se rétrécissant, situé entre des zones de deux surfaces de broyage (MA, MB) fermées sur elles-mêmes, qui tournent autour d'axes de rotation (X, Y),

tandis que pour amener le matériau à traiter à l'emplacement de broyage (MS) et pour créer des forces de pressage sur les composants du matériau à traiter, les deux surfaces de broyage (MA, MB) sont déplacées du même côté, en se rapprochant l'une de l'autre vers au moins un emplacement de broyage (MS),

que pour créer des forces de cisaillement sur les composants du matériau à traiter, les deux surfaces de broyage (MA, MB) sont déplacées au moins par moments à différentes vitesses à travers l'emplacement de broyage (MS),

que pour créer des forces de déformation sur les composants du matériau à traiter dans la zone de l'emplacement de broyage (MS), au moins par moments, l'une des surfaces de broyage est concave et l'autre est convexe,

que le matériau à traiter entoure les surfaces rotatives de broyage (MA, MB) et est déplacé par ces dernières perpendiculairement aux axes de rotation (X, Y),

que le traitement par les forces d'amenée, de pressage, de cisaillement et de déformation se déroule en

phases de broyage qui se modifient suivant un rythme,
et que, dans la direction des axes de rotation (X, Y), ce rythme est décalé par phases en une pluralité d'emplacements de broyage (MS) voisins de telle sorte que le matériau à traiter est également déplacé parallèlement aux axes de rotation (X, Y).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que pendant l'opération de mise en suspension, de mise en émulsion et/ou de broyage, les forces de traitement sont modifiées par modification de l'écart entre les surfaces de broyage (MA, MB) aux emplacements de broyage (MS).

3. Dispositif pour la mise en émulsion, la mise en suspension et/ou le broyage en conditions modérées de matériaux très sensibles, en particulier de matériaux végétaux ou animaux, par le procédé selon la revendication 1 ou 2, lequel dispositif présente au moins deux corps de broyage/brassage (A, B) et ne présente pas de parois de récipient adaptées aux corps de broyage/brassage (A, B),

tandis que les corps de broyage/brassage (A, B) peuvent être entraînés en rotation par paires autour de deux axes de rotation (X, Y) parallèles, dans des sens de rotation opposés, et en un emplacement de broyage (MS), leurs surfaces présentent par paires des surfaces de broyage (MA, MB) fermées sur elles-mêmes et en interaction de broyage qui forment des dents rotatives de mastication émoussées,
que les surfaces de broyage (MA, MB) des corps de broyage/brassage (A, B) sont configurées et disposées l'une par rapport à l'autre de telle sorte qu'elles se déplacent en se rapprochant l'une de l'autre et dans la même direction vers l'emplacement de broyage, et de telle sorte qu'au moins par moments, deux zones des surfaces de broyage situées à différentes distances des axes de rotation (X, Y) et qu'au moins par moments une zone concave et une zone convexe des surfaces de broyage forment l'emplacement de broyage (MS) au moins présent,
que les surfaces de broyage (MA, MB) sont configurées de telle sorte qu'un rythme de différentes phases de broyage apparaît suite à la rotation,
et que les corps de broyage/brassage (A, B) sont configurés en spirale de telle sorte que dans la direction des axes de rotation (X, Y) apparaisse une pluralité d'emplacements de broyage (MS), dans lesquels le rythme des phases de broyage se déroule avec un décalage des phases.

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que les corps de broyage/brassage (A, B) sont constitués d'une pluralité d'éléments identiques de broyage/brassage (A.1-6, B.1-6) qui sont disposés en spirale sur les axes de rotation (X, Y), et en ce que les surfaces de broyage (MA, MB) des éléments de broyage/brassage sont parallèles aux axes de rotation (X, Y).

5. Dispositif selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que le rapport entre la distance maximale entre les surfaces de broyage (MA, MB) sur un corps de broyage/brassage (A, B) ou sur un élément de broyage/brassage et les axes de rotation (X, Y) et la distance minimale entre les surfaces de broyage et les axes de rotation est de 3:1 à 2:1.

6. Dispositif selon l'une des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que des coupes à travers des corps de broyage/brassage (A, B) ou des éléments de broyage/brassage (A.1-6, B.1-6) et perpendiculaires aux axes de rotation (X, Y) présentent un axe de symétrie d'ordre 2 coïncidant avec l'axe de rotation.

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que les coupes à travers les corps de broyage/brassage (A, B) ou les éléments de broyage/brassage (A.1-6, B.1-6) et perpendiculaires aux axes de rotation (X, Y) présentent deux plans de symétrie (S.1, S.2).

8. Dispositif selon l'une des revendications 3 à 7, caractérisé en ce que chacun des corps de broyage/brassage (A, B) d'une paire peut être entraîné en rotation autour d'un axe de rotation (X, Y) respectif.

9. Dispositif selon l'une des revendications 3 à 7, caractérisé en ce que le premier des corps de broyage/brassage (A, B) d'une paire est stationnaire et l'autre peut être entraîné en rotation autour du premier et autour de lui-même.

10. Dispositif selon l'une des revendications 3 à 9, caractérisé en ce que la distance (d) entre les axes de rotation (X, Y) est réglable.





